

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

Кафедра теоретичної та промислової теплотехніки

Опалювальна водогрійна котельня в смт. Калинівка, Київської області

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

ТП 81мп 50 011 ПЗ

Виконав студент Татарин Б.П.

Проект захищено з відміткою "_____"

(Підписи членів комісії)

"_____" "_____"

(Число)

(Місяць)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»
УДК 620.9:697.32

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ _____ ” _____ 2019 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»

на тему: «Опалювальна водогрійна котельня в смт Калинівка, Київської області»

Виконав: студент II курсу, групи ТП-81мп

Татарин Борис Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник

ст. викл., Шовкалюк Ю.В.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці
(назва розділу)

доцент, к.т.н. Каштанов С.Ф.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент

_____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика».

ОПП «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Татарину Борису Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Опалювальна водогрійна котельня в смт. Калинівка, Київської області».

науковий керівник дисертації Шовкалюк Юрій Васильович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 2019 р. № _____

2. Термін подання студентом дисертації 16.12.2019 р.

3. Об'єкт дослідження Опалювальна водогрійна котельня

4. Вихідні дані

1) населений пункт - смт. Калинівка, Київської області;

2) теплова мережа з температурним режимом $-95/70^{\circ}\text{C}$;

3) кліматологічні дані $t_{p.o.} = -22^{\circ}\text{C}$, $t_{сер.о.} = -1,1^{\circ}\text{C}$, $t_{сер.х.м.} = -5,9^{\circ}\text{C}$;

4) максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання $Q_{гв}^{max} = 0,8 \text{ MWt}$;

5) максимальні витрати теплоти на опалення $Q_{о. max}^{zp} = 4,3 \text{ MWt}$.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити

1) Розрахувати середні та річні теплові навантаження будівлі.

2) Розробити та описати теплову схему котельні.

3) Розрахувати газопостачання котельні.

4) Розрахувати схему опалення та вентиляції котельні.

5) Вибір основного і допоміжного обладнання котельні.

6) Схема КВП та автоматизації котельні.

7) Розробити старап-проект.

8) Охорона праці.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу
- 1) Теплова схема котельні, А1 – 2 аркуш.
 - 2) Компоновка обладнання, план та розрізи котельні, А1 – 2 аркуші.
 - 3) Газопостачання котельні(схема, план та розрізи), А1 – 2 аркуші.
 - 4) Опалення та вентиляція котельні, А1 – 1 аркуш.
 - 5) Автоматизація котельні . А1 – 1 аркуш.

7. Орієнтовний перелік публікацій – тези доповіді.

8. Консультанти розділів дисертації

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | Каштанов С.Ф, доцент | | |

9. Дата видачі завдання 30.10.19 р.

Календарний план

| № з/п | Назва етапів виконання магістерської дисертації | Термін виконання етапів магістерської дисертації | Примітка |
|-------|---|--|----------|
| 1 | Розрахунки теплових навантажень споживачів | 23.09.2019 | |
| 2 | Розрахунок теплової схеми котельні | 30.09.2019 | |
| 3 | Газопостачання котельні | 07.10.2019 | |
| 4 | Опалення та вентиляція котельні | 14.10.2019 | |
| 5 | Вибір основного і допоміжного обладнання котельні | 21.10.2019 | |
| 6 | Опис системи КВП та автоматики | 04.11.2019 | |
| 7 | Техніко-економічний розрахунок | 25.11.2019 | |
| 8 | Стартап-проект | 02.12.2019 | |
| 9 | Розробка графічної частини магістерської дисертації | | |
| 9.1 | Теплова схема котельні | 20.11.2019 | |
| 9.2 | Компоновка обладнання | 25.11.2019 | |
| 9.3 | Газопостачання котельні | 29.11.2019 | |
| 9.4 | Опалення та вентиляція | 30.11.2019 | |
| 9.5 | Автоматизація котельні | 01.12.2019 | |
| 10 | Оформлення записки | 04.12.2019 | |

Студент

(підпис)

Б.П. Татарин

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Ю.В. Шовкалюк

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація на здобуття ступеня магістра за освітньо-професійною програмою підготовки на тему: «Опалювальна водогрійна котельня в смт. Калинівка Броварського району Київської області»:

Об'єкт розробки – опалювальна водогрійна котельня.

Мета роботи – розрахунки котельні для покриття потреб теплопостачання споживачів села Калинівка Броварського району Київської області.

Наведені розрахунки теплових навантажень споживачів, газопостачання котельні. Були проведені розрахунки для вибору основного та допоміжного обладнання котельні, а також розрахунки опалення та вентиляції котельні.

Теплова схема котельні була розрахована для того, щоб вибрати встановлену потужність котлів, та допоміжного обладнання. В якості водогрійних котлів прийнято устаткування фірми Колві типу «Колві 3000» тепловою потужністю 3 МВт. Були підібрані швидкісні пластинчаті водонагрівачі виробництва фірми «Укртеплоенерго» для покриття потреб на гаряче водопостачання будівлі.

Тепловою схемою котельні передбачається виробництво та відпуск теплоти на потреби опалення у вигляді гарячої води з температурним графіком 95-70 °С, на потреби гарячого водопостачання – гарячої води з температурою 55 °С.

Проектом передбачено КІП та автоматизації котельні згідно вимогам .

Проектом прийнята двох котлова автоматизована котельня:

- чотири водогрійних котла «Колві-1500» $Q=1,5$ МВт з комплектом автоматики та управління рециркуляційним насосом котла.

В літньому режимі або при зупинці одного водогрійного котла передбачається регулятор температури ГВП з установкою електронного регулюючого клапану на паропроводі.

Розроблений стартап-проект, в результаті техніко-економічних розрахунків показано, що встановлення дахової котельні буде окуплено через 4 роки.

Передбачені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: вентиляція, опалення, котельня, теплові втрати, теплопостачання, автоматизація , газопостачання .

Реферат

Магистерская диссертация на соискание степени магистра по образовательно-профессиональной программе подготовки на тему: «Отопительная водогрейная котельная в с. Калиновка Броварского района Киевской области »:

Объект разработки - отопительная водогрейная котельная.

Цель работы - расчеты котельной для покрытия потребностей теплоснабжения потребителей села Калиновка Броварского района Киевской области.

Приведенные расчеты тепловых нагрузок потребителей, газоснабжение котельной. Были проведены расчеты для выбора основного и вспомогательного оборудования котельной, а также расчеты отопления и вентиляции котельной.

Тепловая схема котельной была рассчитана для того, чтобы выбрать установленную мощность котлов и вспомогательного оборудования. В качестве водогрейных котлов принято восстание фирмы Колви типа «Колви 3000» тепловой мощностью 3 МВт. Были подобраны скоростные пластинчатые водонагреватели производства фирмы «Укртеплоэнерго» для покрытия потребностей на горячее водоснабжение здания.

Тепловой схеме котельной предусматривается производство и отпуск теплоты на нужды отопления в виде горячей воды с температурным графиком 95-70 ° С, на нужды горячего водоснабжения - горячей воды с температурой 55 ° С,

Проектом предусмотрено КИП и автоматизации котельной согласно требованиям. Проектом принята двух Котлова автоматизированная котельная:

- четыре водогрейных котла «Колви-1500» $Q = 1,5$ МВт с комплектом автоматики и управления рециркуляционным насосом котла.

В летнем режиме или при остановке одного водогрейного котла предусматривается регулятор температуры ГВС с установкой электронного регулирующего клапана на паропроводе.

Разработанный стартап-проект, в результате технико-экономических расчетов показано, что установка котельной окупиться через 4 года.

Предусмотрены мероприятия по охране труда и безопасности в чрезвычайных ситуациях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: вентиляция, отопление, котельная, тепловые потери, теплоснабжения, автоматизация, газоснабжения.

ABSTRACT

Master's Thesis for Master's Degree in Educational and Professional Training Program on the topic: "Heating boiler room in the village. Kalynivka of Brovarsky district of Kyiv region »:

The object of development is a boiler.

The purpose of the work is to calculate the boiler room to cover the heat supply needs of consumers in the village of Kalynivka, Brovarsky district, Kyiv region.

The calculations of thermal loads of consumers, gas supply to the boiler room are given. Calculations were made to select the main and auxiliary equipment of the boiler room, as well as the calculations of heating and ventilation of the boiler room.

The thermal scheme of the boiler room was calculated in order to select the installed capacity of the boilers and auxiliary equipment. The installation of Colvi 3000 Collie Company with a heat output of 3 MW has been adopted as boilers. High-speed lamellar water heaters manufactured by Ukrteploenergo were selected to cover the hot water requirements of the building.

The thermal scheme of the boiler house provides for the production and supply of heat for the needs of heating in the form of hot water with a temperature chart of 95-70 ° C, for the needs of hot water supply - hot water with a temperature of 55 ° C,

The project envisages control and automation of boiler rooms as required. The project adopted two boilers automated boiler room:

- four Colvi-1500 boilers $Q = 1.5$ MW with a set of automation and control of the boiler recirculation pump.

In summer mode or when one boiler is stopped, a DHW temperature controller is provided with the installation of an electronic control valve on the steam line.

A startup project has been developed, as a result of technical and economic calculations it is shown that the installation of a roof boiler house will be paid off in 4 years.

Occupational health and safety measures are foreseen.

KEYWORDS: ventilation, heating, boiler room, heat losses, heat supply, automation, gas supply.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Перелік умовних позначень, символів, скорочень, термінів..... | 9 |
| Вступ..... | 12 |
| 1. Розрахунок теплових навантажень споживачів..... | 13 |
| 1.1. Витрати теплоти на опалення..... | 13 |
| 1.2. Витрати теплоти на гаряче водопостачання..... | 13 |
| 1.3. Сумарна річна витрата теплоти котельнею..... | 14 |
| 2. Теплова схема котельні..... | 15 |
| 2.1. Опис теплової схеми водоогрійної котельні..... | 15 |
| 2.2. Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельні..... | 16 |
| 2.3. Розрахунок теплової схеми котельні..... | 17 |
| 2.4. Висновки до розділу 2..... | 20 |
| 3. Вибір основного та допоміжного обладнання котельні..... | 21 |
| 3.1. Вибір котлоагрегатів..... | 21 |
| 3.2. Вибір обладнання для пом'якшення та деаерації підживлювальної води..... | 22 |
| 3.3. Вибір підігрівників для потреб гарячого водопостачання..... | 27 |
| 3.4. Вибір насосів..... | 28 |
| 3.5. Висновки до розділу 3..... | 31 |
| 4. Газопостачання котельні..... | 32 |
| 4.1. Опис схеми газопостачання котельні..... | 32 |
| 4.2. Розрахунок горіння палива..... | 32 |
| 4.3. Розрахунок внутрішнього газопроводу..... | 38 |
| 4.4. Аеродинамічний розрахунок трубопроводу..... | 40 |
| 4.5. Висновки до розділу 4..... | 42 |
| 5. Опалення та вентиляція котельні..... | 43 |
| 5.1. Витрати теплоти на вентиляцію..... | 43 |
| 5.2. Вибір калорифера..... | 44 |
| 5.3. Вибір дефлектора..... | 46 |
| 5.4. Система опалення операторської та гардеробу котельні..... | 47 |
| 5.5. Висновки до розділу 5..... | 51 |

| | | | | | | | |
|-----------|----------|----------|--------|------|---|--|-------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | | |
| Зм. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | |
| Студент | Татарин | | | | Опалювальна водоогрійна котельня в смт. Калинівка Броварського району Київської області | Стадія | Аркуш |
| Керівник | Шовкалюк | | | | | | 7 |
| П.контр | Ю.В. | | | | | Аркушів | |
| Н.контр | Боженко | | | | | 80 | |
| Зав. каф. | Варламов | | | | | НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ТЕФ, кафедра ТПТ | |

| | | | | | |
|--------------------------------------|----------------|--------------|----------|-----------------|----------------------------|
| 1. Опис | схеми | КВП | та | автоматики..... | 52 |
| 1. Автоматизація | котлів | та | загально | котельного | устаткування...52 |
| 2. Електромеханічна | частина..... | | | | 52 |
| 3. Електроосвітлення..... | | | | | 53 |
| 4. Сигналізація | та | зв'язок..... | | | 53 |
| 5. Блискавкозахист..... | | | | | 54 |
| 6. Висновки до розділу 6..... | | | | | 55 |
| 2. Охорона | праці | | | |56 |
| 1. Висновки до розділу 7..... | | | | | 68 |
| 3. Розробка | старап | проекту..... | | | 69 |
| 1. Вихідні | дані..... | | | | 69 |
| 2. Експлуатаційні | витрати..... | | | | 70 |
| 3. Строк | окупності..... | | | | 73 |
| 4. Коефіцієнт | | | | ефективності | капіталовкладень.....74 |
| 5. Висновки | | до | | розділу | 8.....74 |
| Висновки..... | | | | | 75 |
| Список використаної літератури | | | | | 76 |

Додатки

Додаток А

Технічне завдання на проектно-конструкторську розробку77

Додаток Б

Акт впровадження результатів магістерської дисертації78

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

Додаток В

Результати перевірки на антиплагіат.....79

Додаток Г

Список наукових праць.....80

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ,
ТЕРМІНІВ**

Умовні позначення

Q – тепловий потік;

K – коефіцієнт теплопередачі;

F – площа поверхні;

P – тиск;

t – температура;

L – довжина;

V – об’єм;

n_o – тривалість опалювального періоду;

G – витрата;

H – напір;

ρ – густина;

C – теплоємність;

k – коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення;

α – безрозмірна величина;

λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ω – швидкість;

f – площа поперечного перерізу каналу;

Індекси

Нижні:

ср – середня;

i – i -й елемент;

ст – стіна;

вік – засклення;

л – люди;

с.р. – сонячна радіація;

е.о. – електричне освітлення;

п – повітря;

пр – припливне;

вн – внутрішнє;

зовн – зовнішнє;

інф – інфільтрація;

охл – охолоджувач;

втр – втрати;

річ – річні;

к – калорифер;

д – дійсна;

под – подавальний;

пов – поворотній;

м – мережа;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

прот – протиструминна;

із – ізоляція;

сист – система;

екв – еквівалентні.

Верхні:

осн – основні;

дод – додаткові.

Скорочення

ОВ – опалення та вентиляція

ГВП – гаряче водопостачання;

СО – система опалення;

ДБН – державні будівельні норми

ДСН - державні санітарні норми

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 8 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Вступ

На сьогоднішній день весь світ починає переживати кризу, пов'язану із нехваткою енергоносіїв вже у недалекому майбутньому, що відповідно провокує за собою підвищення цін на них, і на всі види енергії, яка виробляється людством штучним шляхом. Таким чином все більше уваги віддається питанню енергозбереження. Впроваджуються різноманітні заходи економії енергії. В котельні передбачено встановлення високоефективних котлів, з автоматичною системою регулювання.

У зв'язку з тим що місце розташування житлових будинків в с. Калинівка, що у Броварському районі Київської області, немає можливості приєднатися до теплової мережі. Тому було прийнято рішення, для покриття тепло потреб споживачів встановити котельню.

Передбачається обладнання котельні системою автоматики, завдяки чому вона зможе працювати без цілодобового перебування обслуговуючого персоналу в ній.

Розміщення котельні передбачається у окремій будівлі на позначці 0,00

Потужність котельні, що проектується, складає 6 МВт.

Основне устаткування – 4 автоматизовані водогрійні котли «Колві 1500». Тиск газу перед пальниками – низький 2 кПа (200мм.вод.ст.)

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
| | | | | | ТП 81 мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

1 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СПОЖИВАЧІВ

Вихідні дані до розрахунку:

Населений пункт – с. Калинівка Броварського району Київської області

1.1 Витрати теплоти на опалення:

1.1.1 Розрахункова витрата теплоти:

$$Q_0 = 4,3 \text{ MBm}$$

1.1.2 Середня витрата теплоти, МВт

$$Q_{0cp} = Q_0 \cdot \frac{t_{вн} - (t_{cp.o.})}{t_{вн} - (t_{p.o.})} \quad (1.1)$$

де $t_{вн}$ - розрахункова температура всередині житлових приміщень (20^0 C)

$t_{cp.o.}$ - середня температура повітря за опалювальний період ($-0,1^0 \text{ C}$)

$t_{p.o.}$ - розрахункова температура на опалення для данного регіону (-22^0 C)

$$Q_{0cp} = 4,3 \cdot \frac{20 - (-0,1)}{20 - (-22)} = 2,2 \text{ MBm}$$

1.1.3 Річна витрата теплоти, МДж/рік

$$Q_{0річ} = Q_{0cp} \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 3600 \quad (1.2)$$

де n_0 - тривалість опалювального періоду, $n_0 = 176$ днів,

$$Q_{0річ} = 2,2 \cdot 176 \cdot 24 \cdot 3600 = 35,5 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$$

1.2 Витрати теплоти на гаряче водопостачання:

1.2.1 Середня витрата теплоти за опалювальний період:

$$Q_{г.в.ср} = 0,8 \text{ MBm}$$

1.2.2 Витрата теплоти за літній період:

$$Q_{г.в.ср}^л = 0,5 \text{ MBm}$$

1.2.3. Річна витрата теплоти, МДж/рік

$$Q_{г.в.річ} = [Q_{г.в.ср} \cdot n_0 + Q_{г.в.ср}^л \cdot (350 - n_0)] \cdot 24 \cdot 3600 \quad (1.3)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$Q_{z.v. \text{ річ}} = [0,8 \cdot 176 + 0,5 \cdot (350 - 176)] \cdot 24 \cdot 3600 = 19,97 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$$

1.3 Сумарна річна витрата теплоти котельнею, МДж/рік

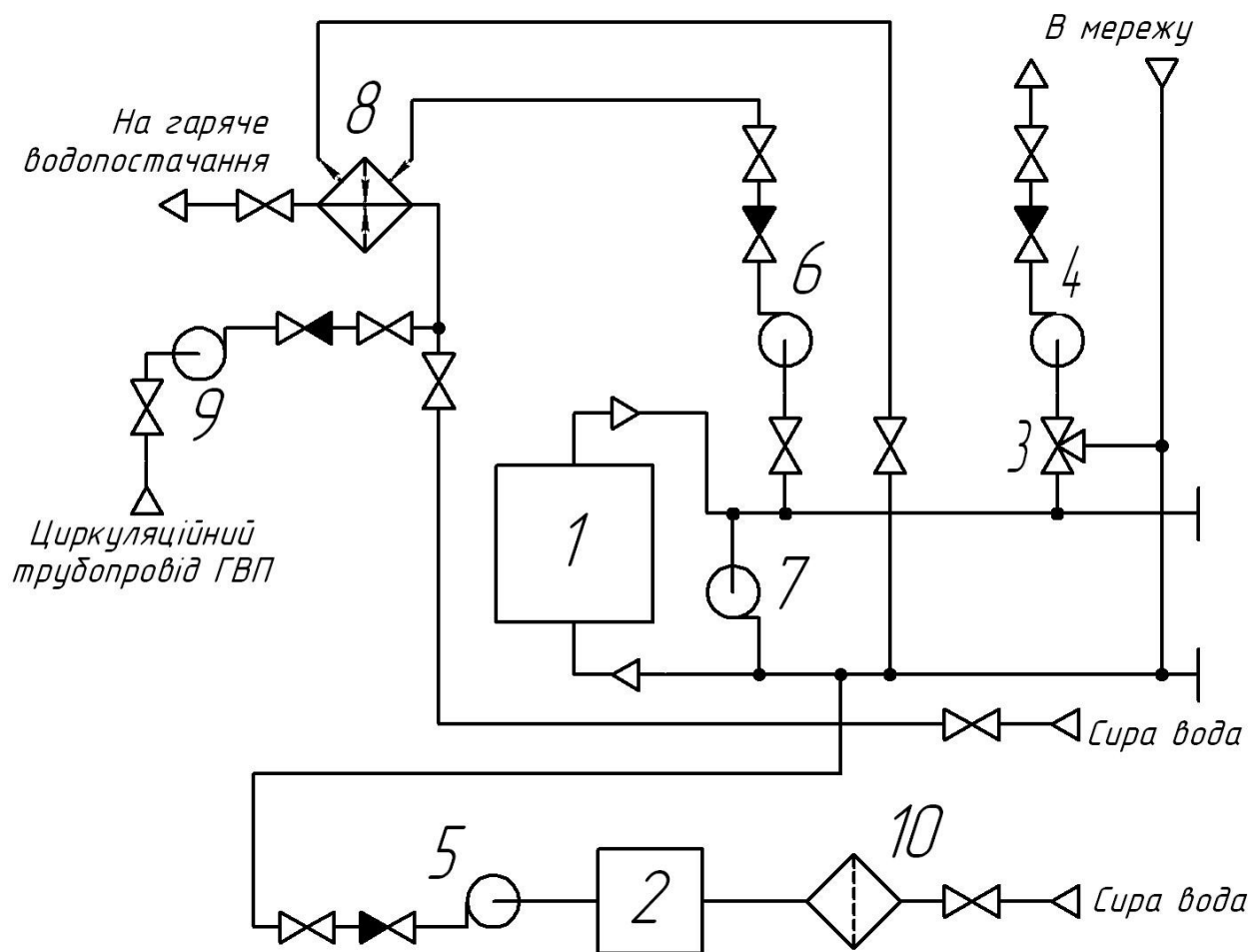
$$\sum Q = Q_{0 \text{ річ}} + Q_{z.v. \text{ річ}} \quad (1.4)$$

$$Q_{zv. \text{ річ}} = [35,5 + 19,97] \cdot 10^6 = 55,5 \cdot 10^6 \frac{\text{МДж}}{\text{рік}}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 13 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2 ТЕПЛОВА СХЕМА КОТЕЛЬНОЇ

2.1 Опис теплової схеми водогрійної котельні



1 – водогрійний котел; 2 – бак запасу пом'якшеної води; 3 – регульований 3-х ходовий клапан мереженої води; 4 – насос мереженої води; 5 – насос підживлювальної води;

6 – насос мережної (гріючої) води на водонагрівачі ГВП; 7 – насос рециркуляції;

8 – підігрівники води на ГВП; 9 – насос циркуляційний ГВП;

10 – автоматизована водопом'якшувальна установка.

Рисунок 2.1 – Принципова схема водогрійної котельні з відпуском теплоти при закритій системі тепlopостачання, з приготуванням води на гаряче водопостачання усередині котельні.

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ТП 81мп 50 011 ПЗ

Арк.

15

Тепловою схемою котельні (рис. 2.1) передбачається виробництво та відпуск теплоти на потреби опалення у вигляді гарячої води з температурним графіком 95-70 °С, на потреби гарячого водопостачання – гарячої води з температурою 55 °С,

Вода, яка нагрівається в котлах 1, до температури 95°С поступає на роздавальний колектор гарячої води. З колектору за допомогою насоса мережної (гріючої) води 6 подається на підігрівники гарячого водопостачання 8, та на контур мереженої води. Приготування мережної води для системи опалення згідно температурного графіку передбачається за допомогою 3-х ходового клапану, де у відповідній пропорції змішується з водою із зворотної магістралі для встановлення потрібних для відповідного температурного режиму параметрів, після чого насосом мережної води відкачується у мережу. Гріюча вода після підігрівників гарячого водопостачання поступає у зворотний колектор мережної води де змішується із зворотною мережною водою. Після цього вода поступає знову до котлів.

Для поповнення витікань в системі передбачається встановлення автоматизованої водопоям'якшувальної установки, баку запасу хімічищеної води та підживлюючих насосів.

Для підтримання температури зворотної мережної води на вході в котли 70°С встановлені насоси рециркуляції 7.

2.2 Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельної

1. Населений пункт - с. Калинівка Броварського району Київської області
2. Житлові будівлі
3. Тривалість опалювального періоду $n_0 = 176$ діб
4. Розрахункові температури: $t_{p.o.} = -22^{\circ}\text{C}$ $t_{сep.o.} = -0,1^{\circ}\text{C}$ $t_{сep.x.m.} = -4,7^{\circ}\text{C}$
5. Витрати теплоти на опалення $Q_{o.max}^{zp} = 4,3 \text{ MBm}$
6. Витрати теплоти на гаряче водопостачання (ГВП)

$$Q_{св}^{max} = 0,8 \text{ MBm} \quad Q_{св}^n = 0,5 \text{ MBm}$$

7. Параметри теплоносіїв на виході із котельної:

На потреби опалення:

- температурний графік 95- 70 °С

На потреби гарячого водопостачання:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- температура води $t_{з.в.} = 55^{\circ}\text{C}$

Розрахунки виконуються для наступних режимів:

Розрахунковий режим I: (максимально зимовий режим $t_{зовн} = t_{р.о.}$)

Розрахунковий режим II: (із середньою температурою зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{зовн} = t_{сер.о.}$)

Розрахунковий режим III: (літній, без опалення)

2.3 Розрахунок теплової схеми котельної

2.3.1 Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення залежно від температури зовнішнього повітря

$$k_{о.в.} = \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{t_{вн} - t_{р.о.}} \quad (2.1)$$

$$k_{о.в.} = \frac{20 - (-22)}{20 - (-22)} = 1 \text{ (режим I)}$$

$$k_{о.в.} = \frac{20 - (-1,1)}{20 - (-22)} = 0,5 \text{ (режим II)}$$

2.3.2 Відпуск теплоти на опалення, МВт

$$Q_o = Q_{о.мах} \cdot k_{о.в.} \quad (2.2)$$

$$Q_o = 4,3 \cdot 1 = 4,3 \text{ МВт (режим I)}$$

$$Q_o = 4,3 \cdot 0,5 = 2,15 \text{ МВт (режим II)}$$

2.3.3 Температура мережної води на виході з котельні за температурним графіком 95- 70⁰С :

$$t_1 = 18 + 64,5 k_{о.в.}^{0,8} + 12,5 k_{о.в.} \quad (2.3)$$

$$t_1 = 18 + 64,5 \cdot 1^{0,8} + 12,5 \cdot 1 = 95^{\circ}\text{C} \text{ (режим I)}$$

$$\text{приймаємо } t_1 = 70^{\circ}\text{C} \text{ (режим II)}$$

$$\text{приймаємо } t_1 = 70^{\circ}\text{C} \text{ (режим III)}$$

2.3.4 Температура поворотної мережної води після опалення, за температурним графіком 95- 70⁰С :

$$t_2^o = t_1 - 25 k_{о.в.} \quad (2.4)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$t_2^{o.} = 95 - 25 \cdot 1 = 70 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (режим I)}$$

$$t_2^{o.} = 70 - 25 \cdot 0,5 = 57,5 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (режим II)}$$

$$t_2^{o.в.} = 70 - 25 \cdot 1 = 45 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (режим III)}$$

2.3.5 Розрахункова витрата мережевої води на опалення, кг/с

$$G_{o.} = \frac{Q_{o.} \cdot 10^6}{c_g (t_1 - t_2^{o.})} \quad (2.5)$$

$$G_{o.} = \frac{4,3 \cdot 10^6}{4187(95 - 70)} = 41,08 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ (режим I)}$$

$$G_{o.} = \frac{2,15 \cdot 10^6}{4187(70 - 57,5)} = 41,08 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

2.3.6 Витрата води на гаряче водопостачання для споживачів, кг/с

$$G_{z.в.}^{cn} = \frac{Q_{z.в.} \cdot 10^6}{c_g (t_{z.в.} - T_{13})} \quad (2.6)$$

$$G_{z.в.}^{cn} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{4187(55 - 5)} = 3,82 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ (режим I)}$$

$$G_{z.в.}^{cn} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{4187(55 - 5)} = 3,82 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

$$G_{z.в.}^{cn} = \frac{0,5 \cdot 10^6}{4187(55 - 15)} = 2,99 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ (режим III)}$$

2.3.7 Визначимо схему підключення підігрівників ГВП

Якщо $\frac{Q_{z.в.}}{Q_{o.}} < 0,2$ або $\frac{Q_{z.в.}}{Q_{o.}} > 1$ то підігрівники приєднуються за паралельною

схемою.

$$\frac{Q_{z.в.}}{Q_{o.}} = \frac{0,8}{4,3} = 0,186 - \text{отже підігрівники приєднуються паралельно.}$$

2.3.8 Додаткова витрата води на підігрівники ГВП, кг/с

$$G_{z.в.} = \frac{Q_{z.в.} \cdot 10^6}{c_g (t_1 - t_2^{o.в.})} \quad (2.7)$$

$$G_{z.в.} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{4187(95 - 70)} = 7,64 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ (режим I)}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$G_{з.в.} = \frac{0,8 \cdot 10^6}{4187(95 - 70)} = 7,64 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

$$G_{з.в.} = \frac{0,5 \cdot 10^6}{4187(95 - 70)} = 4,78 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим III)}$$

2.3.9 Розрахункова витрата мережевої води на виході з котельні, кг/с

$$G_M = G_o. \quad (2.8)$$

$$G_M = 41,08 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим I)}$$

$$G_M = 41,08 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

2.3.10 Витрата води для підживлення на заповнення витікань у тепловій мережі, кг/с

$$G_{вит.} = \frac{0.75}{100 \cdot 3600} \cdot Q_o. \cdot g_{суст} \cdot k_{вит} \quad (2.9)$$

$$G_{вит.} = \frac{0.75}{100 \cdot 3600} 4,3 \cdot 56000 \cdot 1 = 0,5 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим I)}$$

$$G_{вит.} = \frac{0.75}{100 \cdot 3600} 2,15 \cdot 56000 \cdot 1 = 0,25 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

2.3.11 Витрата поворотної мережної води на вході в котельню, кг/с

$$G_{п.м.} = G_M - G_{вит} \quad (2.10)$$

$$G_{п.м.} = 41,08 - 0,5 = 40,58 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим I)}$$

$$G_{п.м.} = 41,08 - 0,25 = 40,83 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

2.3.12 Витрати води на контрольований перепуск, кг/с

$$G_{пер.} = G_o. \frac{t_{в.к.1} - t_{в.к.2}}{t_{в.к.1} - t_2} \quad (2.11)$$

де $t_{в.к.1}$ і $t_{в.к.2}$ - температури відповідно на виході і на вході в котел,

приймаю $t_{в.к.1} = 95^\circ \text{C}$ $t_{в.к.2} = 70^\circ \text{C}$

$$G_{пер.} = 0 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим I)} \quad (2.12)$$

$$G_{пер.} = 41,08 \frac{95 - 70}{95 - 57,5} = 27,39 \frac{\text{к}\text{г}}{\text{с}} \text{ (режим II)}$$

2.3.13 Витрати води в колекторі з урахуванням контрольованого перепуску, кг/с

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$G_2 = G_{п.м.} - G_{пер.} \quad (2.13)$$

$$G_2 = 40,58 - 0 = 40,58 \frac{кг}{с} \text{ (режим I)}$$

$$G_2 = 40,83 - 27,39 = 13,44 \frac{кг}{с} \text{ (режим II)}$$

2.3.14 Температура води, яка подається в котел(до рециркуляції), °C

$$t'_2 = \frac{G_{ГВП} \cdot t_{вк2} + G_2 \cdot t_2}{G_{ГВП} + G_2} \quad (2.14)$$

$$t'_2 = \frac{7,64 \cdot 70 + 40,58 \cdot 70}{7,64 + 40,58} = 70 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (режим I)}$$

$$t'_2 = \frac{7,64 \cdot 70 + 13,44 \cdot 57,5}{7,64 + 13,44} = 62 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (режим II)}$$

$$t'_2 = \frac{4,78 \cdot 70}{4,78} = 70 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (режим III)}$$

2.3.15 Витрати води на рециркуляцію, кг/с

$$G_{рец.} = G_{к}^{ном} \frac{t_{вк2} - t'_2}{t_{вк1} - t'_2} \quad (2.15)$$

$$G_{рец.} = 0 \frac{кг}{с} \text{ (режим I)}$$

$$G_{рец.} = 28,6 \frac{70 - 62}{95 - 62} = 6,93 \frac{кг}{с} \text{ (режим II)}$$

$$G_{рец.} = G_{к}^{ном} - G_{ГВП} = 28,6 - 4,78 = 23,82 \frac{кг}{с} \text{ (режим III)}$$

2.3.16 Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами, МВт

$$Q_{к}^{\circ} = Q_{о.} + Q_{з.в.} \quad (2.16)$$

$$Q_{к}^{\circ} = 4,3 + 0,8 = 5,1 \text{ МВт (режим I)}$$

$$Q_{к}^{\circ} = 2,15 + 0,8 = 2,95 \text{ МВт (режим II)}$$

$$Q_{к}^{\circ} = 0,5 \text{ МВт (режим III)}$$

2.4 Висновки до розділу 2

В даному розділі був проведений розрахунок теплової схеми котельні, в результаті якого було визначено сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами для 3 режимів. Ці

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

значення необхідні для вибору котельних агрегатів, вибір яких буде проведено в наступному розділі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 15 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 ВИБІР ОСНОВНОГО ТА ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

3.1 Вибір котлоагрегатів

3.1.1 Із теплового розрахунку був отриманий сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами (відповідно до кожного температурного режиму), МВт

$$Q_k^e = 5,1 \text{ МВт (режим I)}$$

$$Q_k^e = 3,47 \text{ МВт (режим II)}$$

$$Q_k^e = 0,5 \text{ МВт (режим III)}$$

3.1.2 Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів, компл.

$$N_{к.п.}^e = \frac{Q_k^e}{Q_k^{ном}} \quad (3.1)$$

$$N_{к.п.}^e = \frac{5,1}{1,5} = 3,4 \approx 4 \text{ компл. (режим I)}$$

$$N_{к.п.}^e = \frac{3,47}{1,5} = 2,31 \approx 3 \text{ компл. (режим II)}$$

$$N_{к.п.}^e = \frac{0,5}{1,5} = 0,33 \approx 1 \text{ компл. (режим III)}$$

3.1.3 Завантаження водогрійних котлів, %

$$k_{зав}^e = \frac{Q_k^e}{N_{к.п.}^e \cdot Q_k^{ном}} \cdot 100 \quad (3.2)$$

$$k_{зав}^e = \frac{5,1}{4 \cdot 1,5} \cdot 100 = 85\% \text{ (режим I)}$$

$$k_{зав}^e = \frac{3,47}{3 \cdot 1,5} \cdot 100 = 77,1\% \text{ (режим II)}$$

$$k_{зав}^e = \frac{0,5}{1 \cdot 1,5} \cdot 100 = 33,3\% \text{ (режим III)}$$

3.1.4 Таким чином вибираємо 4 водогрійних котла марки «Колві-1500» з тепловою потужністю $Q = 1,5 \text{ МВт}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.2 Вибір обладнання для пом'якшення та деаерації підживлювальної води

3.2.1 Водопостачання котельні передбачається від існуючого водопроводу підприємства.

Водопровід призначений для забезпечення господарських, протипожежних і виробничих потреб котельні.

Необхідний мінімальний напір на введенні – 22 м.

Виробничі витрати води складаються з потреб води на підживлення приєднаної теплової мережі.

Основні показники якості води, які було використано для розрахунків, наведені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – **ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ ВОДИ**

| Найменування показників | Одиниці | Значення показників |
|-------------------------|-----------|---------------------|
| 1 Жорсткість загальна | мг-екв/кг | 3,5 |
| 2 Окислюваність | мг/кг | 6,7 |
| 3 Лужність загальна | мг-екв/кг | 2,8 |
| 4 Залізо | мг/кг | 0,19 |
| 5 Сухий залишок | мг/кг | 0 |
| 6 Показник рН | - | 7,48 |

Установка водопідготовки призначена для заповнення системи, приєднаної до котельні, а також для поповнення втрат мережної води в період експлуатації.

Для приготування підживлювальної води відповідно до вимог фірми-виготовлювача котлів „Колві”, проектом передбачена дуплексна система пом'якшення вихідної води безперервної дії ДФУ-635-SL-9000SE фірми «Екософт».

Норми якості підживлювальної води перелічені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Норми якості підживлювальної води

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

| Найменування показників | Одиниці | Значення показників |
|-------------------------|-----------|---------------------|
| 1 Жорсткість карбонатна | мг-екв/кг | 0,7 |
| 2 Розчинений кисень | мг/кг | 0,05 |
| 3 Вільна вуглекислота | мг/кг | — |
| 4 Завислі речовини | мг/кг | 5 |
| 5 Нафтопродукти | мг/кг | — |
| 6 Показник рН | | 6,5-8,5 |

Для приведення якості води відповідно до норм проектом передбачене пом'якшення потоку підживлювальної води тепломережі по способу натрій-катіонування в установці ДФУ-635-SL-9000SE із наступною хімічною деаерацією.

Для деаерації підживлюючої води передбачена установка, яка складається з насосів-дозаторів типу FCL 0505, баку для хімікатів та імпульсного лічильника води.

3.2.2 Характеристика водопом'якшувальної дуплексної установки

ДФУ-635-SL

Установка водопом'якшувальна ДФУ-635-SL призначена для зм'якшення водопровідної води для підживлення водогрійних опалювальних котелень.

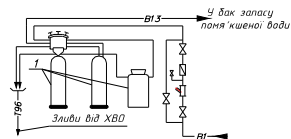
Установка складається з двох натрій-катіонітних фільтрів, солерозчинника, центрального керуючого клапану Fleck 9000SE з електронним контролером, трубопроводів, запірної арматури і манометрів.

Технічні характеристики установки ДФУ-635-SL наведені у таблиці 3.3

Таблиця 3.3 - Технічна характеристика ДФУ-635-SL

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

| Найменування параметра | Значення |
|--|-------------|
| 1 Номінальна продуктивність, м ³ /год | 0,7 |
| 2 Робочий тиск кг/см ² , не більш | 4,0 |
| 3 Температура води, °С, не більш | 40 |
| 4 Максимально припустимий гідравлічний опір з фільтруючим завантаженням, при максимальній продуктивності, кг/см ² | 0,5 |
| 5 Загальна твердість вхідної води, мг-екв/кг | до 10 |
| 6 Загальна твердість зм'якшеної води, мкг-екв/кг: | |
| - при одноступінчастому натрій-катіонуванні | 200 |
| - при двоступінчастому натрій-катіонуванні | 20 |
| 7 Ємкість іонообмінна одного фільтру, г/екв | 10 |
| 8 Витрата води на 1 цикл регенерації одного фільтру, л | 120 |
| 9 Витрата солі на 10 регенерацій | 29 |
| 10 Габаритні розміри, м | 1,3×0,6×1,2 |
| 11 Внутрішній діаметр фільтра, мм | 165 |



B1 – вихідна вода з водопроводу тиском 0,6 МПа; *B13* – хімічно очищена вода.

T96 – вода, яка направляється в каналізацію 1 – натрій-катіонітний фільтр

Рисунок 3.1 – Принципова схема водопідготовки

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

3.2.3 Розрахунок установки хімводоочистки

Виходячи з розрахунків теплової схеми максимальна продуктивність водопідготовки складає 1,8 м³/год. (0,5 кг/с)

3.2.3.1 Швидкість фільтрування, м/год

Максимальна (при роботі одного фільтру)

$$\omega_{\text{макс.}} = \frac{Q}{F \cdot a} = \frac{1,8}{(0,785 \cdot 0,165^2) \cdot 1} = 84,2 \text{ м/год} \quad (3.3)$$

де: Q – витрата води на ХВО, м³/год,

F – площа фільтрування, м² ($F = 0,785 \cdot 0,165^2 = 0,021 \text{ м}^2$),

a – кількість працюючих фільтрів.

3.2.3.2 Кількість солей твердості, що видаляються на фільтрах у добу, г-екв/добу

$$A = 24 \cdot E_0 \cdot Q = 24 \cdot 3,5 \cdot 1,8 = 151,2 \text{ г-екв/добу}, \quad (3.4)$$

де: E_0 – загальна твердість води, що надходить на фільтри, г-екв/м³.

3.2.3.3 Число регенерацій кожного фільтра в добу, рег/добу

$$n = \frac{A}{v \cdot a} = \frac{151,2}{14 \cdot 1} = 10,8 \text{ рег/добу}, \quad (3.5)$$

де: v – обмінна ємність фільтру, г/екв, (приймаю $v = 14 \text{ г-екв}$)

3.2.3.4 Витрата 100% NaCl на одну регенерацію, кг/рег

$$Q_c = \frac{29}{10} = 2,9 \text{ кг/рег}, \quad (3.6)$$

де: 29 – витрата солі на 10 циклів регенерації.

3.2.3.5 Добова витрата технічної солі (93 %), кг/добу

$$Q_{c.c} = 2,9 \cdot 10,8 = 31,3 \text{ кг/добу} \quad (3.7)$$

Витрата солі за опалювальний період (176 діб), складе 31,3·176=5,86 т/рік.

Витрата води на регенерацію фільтра складає $Q_{\text{рег}}=0,12 \text{ м}^3$ (по даним фірми-виготовлювача).

3.2.3.6 Витрата води на спущування, м³

$$Q_{cn} = \frac{i \cdot F \cdot 60 \cdot t_{cn}}{1000} \quad (3.8)$$

де: i – інтенсивність промивання, що спущує, л/сек м² (приймається 4 л/сек м²),

$t_{\text{взр}}$ – тривалість промивання, що спущує, хв (приймаю $t_{\text{взр}} = 20 \text{ хв}$)

$$Q_{cn} = \frac{4 \cdot 0,021 \cdot 60 \cdot 20}{1000} = 0,1 \text{ м}^3,$$

3.2.3.7 Витрата води на відмивання катіоніту від продуктів регенерації, м³

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$Q_{відм} = q_{відм} \cdot F \cdot h \text{ м}^3, \quad (3.9)$$

де: $q_{відм}$ – питома витрата води на відмивання катіоніту, $\text{м}^3/\text{м}^3$

$$Q_{відм} = 6 \cdot 0,021 \cdot 1,2 = 0,15 \text{ м}^3,$$

Результати розрахунку зведені в таблиці 3.4

Таблиця 3.4 – Результати розрахунку параметрів установки ХВО

| Найменування | Зимовий період |
|--|----------------|
| 1 Швидкість фільтрування, м/год | 84,2 |
| 2 Кількість солей твердості, що видаляються на фільтрі за добу, г-екв/добу | 151,2 |
| 3 Число регенерацій фільтру за добу | 10,8 |
| 4 Витрата 100% солі на одну регенерацію, кг | 2,9 |
| 5 Добова витрата техн.солі, кг/добу | 31,3 |
| 5.1 Витрата солі за опалювальний період 187 діб, т/рік | 5,86 |
| 6 Витрата води на регенерацію фільтра. | |
| 6.1 Витрата води на промивання, що спушує, м^3 | 0,1 |
| 6.2 Витрата води на готування регенераційного розчину солі, м^3 | 0,12 |
| 6.3 Витрата води на відмивання катіоніту, м^3 | 0,15 |
| 6.4 Витрата води на регенерацію фільтру загальна, м | 0,37 |
| 7 Час регенерації фільтру, хв. | 120 |
| 7.1 Тривалість промивання, що спушує, хв. | 20 |
| 7.2 Час пропуску регенераційного розчину солі, хв. | 45 |
| 7.3 Час відмивання катіоніту від продуктів регенерації, хв. | 55 |

Річна витрата солі складає 5,86 т/рік.

Збереження солі при доставці автотранспортом передбачається на 10-денний запас.

3.2.3.8 Обсяг резервуара сухого збереження солі визначається по формулі, м^3

$$V = \frac{1,5 \cdot Q_{с.с.} \cdot (b + p)}{1000} \quad (3.10)$$

де: 1,5 – розрахунковий обсяг ємності збереження на 1т реагенту,

$Q_{с.с.}$ – добова витрата технічної солі, кг/добу;

b – необхідний запас на 10 діб;

p – залишок солі на 5-10 доби, що передбачається перед надходженням проектного запасу.

$$V = \frac{1,5 \cdot 31,3 \cdot (10 + 10)}{1000} = 0,939 \text{ м}^3$$

Проектом передбачена дерев'яна скриня $1,2 \times 0,8 \times 1,0$ ємністю = 0,96 м^3 .

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3.2.4 Розрахунок забруднених стічних вод у процесі регенерації фільтрів

3.2.4.1 Надлишок солі, що скидається за одну регенерацію фільтрів, г/рег

$$[NaCl] = (q_c - 58,44) \cdot v \quad (3.11)$$

$$[NaCl] = \frac{[NaCl] \cdot n}{1000} \quad (3.12)$$

де: 58,44 – питома теоретично необхідна витрата солі на регенерацію, г/г-екв

v – обмінна ємність фільтру, г/екв (приймаю $v = 14$ г-екв)

$$[NaCl] = (100 - 58,44) \cdot 14 = 582 \text{ г/рег,}$$

$$[NaCl] = \frac{582 \cdot 1,4}{1000} = 0,815 \text{ кг/добу,}$$

3.2.4.2 Кількість $CaCl_2$, що скидається за одну регенерацію фільтра:

$$[CaCl_2] = v \cdot \alpha_{Ca}, \quad (3.13)$$

$$[CaCl_2] = 55,5 [CaCl_2] \quad (3.14)$$

де: α_{Ca} – частка солей кальцію в загальній кількості солей твердості, що скидаються, 0,8.

$$[CaCl_2] = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ г-екв/рег,}$$

$$[CaCl_2] = 55,5 \cdot 11,2 = 621,6 \text{ кг/рег,}$$

3.2.4.3 Кількість $MgCl_2$, що скидається за одну регенерацію фільтра:

$$[MgCl_2] = v \cdot \alpha_{Mg} \quad (3.15)$$

$$[MgCl_2] = 47,6 [MgCl_2] \quad (3.16)$$

де: α_{Mg} – частка солей магнію в загальній кількості солей твердості, що скидаються, 0,2.

$$[MgCl_2] = 14 \cdot 0,2 = 2,8 \text{ г-екв/рег,}$$

$$[MgCl_2] = 47,6 \cdot 2,8 = 133 \text{ г/рег, } 0,133 \text{ кг/рег,}$$

Кількість забруднень іонами хлору в скидах від хімоводоочистки.

$$NaCl = 0,582 \text{ кг/рег,} \quad \text{відповідно } Cl^- = 0,26 \text{ кг/рег.}$$

$$CaCl_2 = 0,6216 \text{ кг/рег,} \quad \text{відповідно } Cl^- = 0,397 \text{ кг/рег.}$$

$$MgCl_2 = 0,133 \text{ кг/рег,} \quad \text{відповідно } Cl^- = 0,099 \text{ кг/рег}$$

3.3 Вибір підігрівників для потреб гарячого водопостачання

Вихідні дані:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- витрата мережної води $G_1=7,64$ кг/с;
- температура мережної води на вході 95°C ;
- температура мережної води на виході 70°C ;
- витрата нагріваємої води $G_2=3,82$ кг/с;
- температура нагріваємої води на вході 5°C ;
- температура нагріваємої води на виході 55°C ;

Із стандартного ти порядку пластинастих теплообмінних апаратів виробництва фірми «Укртеплоенерго» вибираємо модель ДАН 14-35, що відповідає заданим параметрам.

У котельні підігрівники для потреб гарячого водопостачання встановлюються у кількості 2 шт. (1 робочий, 1 резервний)

3.4 Вибір насосів

В котельні встановлені наступні типи насосів:

Мережної води;

Мережної (гріючої) води підігрівників на потреби ГВП;

Рециркуляційний;

Циркуляційний ГВП;

Підживлювальної води.

Всі насоси відцентрові з електроприводом. Вибір насосів здійснюється за таблицями технічних характеристик в залежності від подачі та напору.

3.4.1 Вибір насосів мережної води

Мережні насоси призначені для забезпечення циркуляції води в теплових мережах.

Подача мережного насосу ($\text{м}^3/\text{год}$) визначається за максимальною масовою витратою мережної води G_m , одержаною при розрахунку теплової схеми котельної:

$$V_{\text{м.н.}} = \frac{G_m}{\rho} \cdot 3600 \quad (3.17)$$

$$V_{\text{м.н.о.}} = \frac{41,25}{1000} \cdot 3600 = 148,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

За завданням напір насосів складає 12 м вод.ст.

Отже для контуру системи опалення, вибираємо два мережних насоса типу ІЛ 100/260-11/4, фірми Wilo, з наступними характеристиками:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

подача – 150 м³/год;

напір – 13,1 м вод.ст.;

потужність електродвигуна – 8,16 кВт.

3.4.2 Вибір насосів мережної (гріючої) води на підігрівники ГВП

Мережні насоси призначені для подачі гріючої води на підігрівники для потреб гарячого водопостачання.

Подача насосу (м³/год) визначається за максимальною масовою витратою мережної води $G_{г.в.}$, одержаною при розрахунку теплової схеми котельної:

$$V_{г.в.} = \frac{G_{г.в.}}{\rho} \cdot 3600 \quad (3.18)$$

$$V_{г.в.} = \frac{7,64}{1000} \cdot 3600 = 27,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

За завданням напір насосів складає 4 м вод.ст.

Отже для контуру системи опалення, вибираємо два мережних насоса типу TOP-S 50/10, фірми Wilo, з наступними характеристиками:

подача – 27,6 м³/год;

напір – 4,89 м вод.ст.;

потужність електродвигуна – 838 Вт.

3.4.3 Вибір циркуляційного насосу гарячого водопостачання

Цей насос призначений для здійснення циркуляції води гарячого водопостачання безпосередньо до споживача.

Подача насосу (м³/год) визначається за масовою витратою мережної води $G_{г.в.}^{cn}$, одержаною при розрахунку теплової схеми котельної:

$$V_{цирк.} = \frac{G_{г.в.}^{cn}}{\rho} \cdot 3600, \quad (3.19)$$

$$V_{цирк.} = \frac{3,82}{1000} \cdot 3600 \approx 13,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

За завданням напір насоса складає 8 м. вод.ст.

Отже, вибираємо два насоса типу TOP-Z 65/10, фірми Wilo, з наступними характеристиками:

подача – 14 м³/год;

напір – 8,19 м вод.ст.;

потужність електродвигуна – 912 Вт.

3.4.4 Вибір рециркуляційного насоса.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Цей насос призначений для підтримання постійної температури зворотної мережної води на вході в котел.

Подача насоса (м³/год) визначається за масовою витратою води $G_{\text{доп.}}$, одержаною при розрахунку теплової схеми котельної:

$$V_{\text{рецирк.}} = \frac{G_{\text{рецирк.}}}{\rho} \cdot 3600, \quad (3.20)$$

$$V_{\text{цирк.}} = \frac{8,4}{1000} \cdot 3600 \approx 30,2 \text{ м}^3/\text{год.}$$

За завданням напір насоса складає 5 м. вод.ст.

Отже, вибираємо два насоса типу TOP-S 65/13, фірми Wilo, з наступними характеристиками:

подача – 32,7 м³/год;

напір – 5,84 м вод.ст.;

потужність електродвигуна – 1,1 кВт.

3.4.5 Вибір насосів підживлювальної води

Ці насоси призначені для компенсації витікань у тепловій мережі.

Подача насоса (м³/год) визначається за масовою витратою витікань у мережі $G_{\text{вит.}}$, одержаною при розрахунку теплової схеми котельної:

Подача насоса

$$V_{\text{підж.}} = \frac{G_{\text{вит.}} \cdot 3600}{\rho}, \quad (3.21)$$

$$V_{\text{підж.}} = \frac{0,5 \cdot 3600}{1000} = 1,8 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Напір насоса

$$H_{\text{н.п.}} = \Delta P_{\text{об}} + \Delta P_{\text{тр.}} \quad (3.22)$$

де $\Delta P_{\text{з.м.}}$ – тиск води у зворотній магістралі, $\Delta P_{\text{з.м.}} = 0,4 \text{ МПа}$;

$\Delta P_{\text{тр}}$ – гідравлічний опір трубопроводів та арматури, $\Delta P_{\text{тр.}} = 0,2 \text{ МПа}$.

$$H_{\text{н.п.}} = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ МПа} = 60 \text{ м.вод.ст.}$$

Вибираємо два насоси (1-робочий, 1-резервний) для підживлення типу MVI 109-3, фірми WILO, з наступними характеристиками:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

а) подача – 2,07 м /год;

б) напір – 64,4 м вод.ст.;

в) потужність електродвигуна – 786 Вт.

Результати вибору насосів наведені нижче, у таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Результати вибору насосів

| Призначення | Подача, м³/год | Напір, м.вод.ст. | Тип, фірма- виготовлювач | Кіл. | Ел. Двигун, кВт |
|--|-------------------|---------------------|--------------------------------|------|--------------------|
| 1 Мережної води опалення | 150 | 13,1 | IL 100/260-11/4; фірма Wilo | 2 | 8,16 |
| 2 Мережної (Гріючої) води на підігрівники ГВП | 27,6 | 4,89 | TOP-S 50/10; фірма Wilo | 2 | 0,84 |
| 3 Циркуляції води гарячого водопостачання | 14 | 8,19 | TOP-Z 65/10 фірма Wilo | 1 | 0,91 |
| 4 Рециркуляції води на вході в котел | 32,7 | 5,84 | TOP-S 65/13; фірма Wilo | 2 | 1,1 |
| 4 Підживлювальної води | 2,07 | 64,4 | MVI 109-3; фірма Wilo | 2 | 0,79 |

3.5 Висновки до розділу 3

На основі розрахунків теплової схеми котельні був проведений розрахунок та вибір котлоагрегатів. Було вибрано 4 котли марки "Колві-1500" потужністю 1,5 МВт. А також було вибрано обладнання для пом'якшення та деаерації підживлювальної води та вибір підігрівників для потреб гарячого водопостачання. Був проведений розрахунок та вибір насосів, результати розрахунку були занесені до таблиці 3.5.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 22 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

4 ГАЗОПОСТАЧАННЯ КОТЕЛЬНІ

4.1 Опис схеми газопостачання

Газопостачання котельні здійснюється від газових мереж з тиском $P=0,6\text{МПа}$ з пониженням тиску газу, споживаємого до $0,3\text{ МПа}$ в окремо стоячому ГРП, розташованому на території підприємства.

Котли підключаються до основного газопроводу з встановленням по напрямленню руху газу.

4.2 Розрахунок горіння палива

4.2.1 Вихідні данні

- Паливом являється природний газ.
- Склад природного газу (в % по об'єму):

| | | |
|---------------------------|---|--------|
| CH_4 | = | 92,462 |
| C_2H_6 | = | 3,398 |
| C_3H_8 | = | 1,285 |
| C_4H_{10} | = | 0,46 |
| C_5H_{12} | = | 0,146 |
| C_6H_{14} | = | 0,106 |
| CO_2 | = | 1,097 |
| N_2 | = | 1,039 |
| O_2 | = | 0,007 |
| | | 100 % |

- Вологовміст палива $d_r = 8\text{ г}/(\text{м}^3\text{газа})$
- Вологовміст повітря $d_v = 12\text{ г}/(\text{м}^3_{\text{н}})$
- Коефіцієнт надлишку повітря $\alpha=1,15$

4.2.2 Коефіцієнт перерахунку сухого газу на вологий, K_z

$$K_z = \frac{804}{804 + d_z} \quad (4.1)$$

$$K_z = \frac{804}{804 + 8} = 0,99$$

4.2.3 Перерахунок на вологий газ, V_x , %

| | | | | | | |
|-----|------|---------|------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | | 32 |

$$V_x = V_x^{\text{сyx}} \cdot K_z, \quad (4.2)$$

$$V_{CH_4} = 92.462 \cdot 0.99 = 91.551\%,$$

$$V_{C_2H_6} = 3.398 \cdot 0.99 = 3.365\%,$$

$$V_{C_3H_8} = 1.285 \cdot 0.99 = 1.272\%,$$

$$V_{C_4H_{10}} = 0.46 \cdot 0.99 = 0.455\%,$$

$$V_{C_5H_{12}} = 0.146 \cdot 0.99 = 0.145\%,$$

$$V_{C_6H_{14}} = 0.106 \cdot 0.99 = 0.105\%,$$

$$V_{CO_2} = 1.097 \cdot 0.99 = 1.086\%,$$

$$V_{N_2} = 1.039 \cdot 0.99 = 1.029\%,$$

$$V_{O_2} = 0.007 \cdot 0.99 = 0.007\%,$$

4.2.4 Сума об'ємних долів вологого газу без водяної пари, %

$$V_{\text{сум}} = V_{CH_4} + V_{C_2H_6} + V_{C_3H_8} + V_{C_4H_{10}} + V_{C_5H_{12}} + V_{C_6H_{14}} + V_{CO_2} + V_{N_2} + V_{O_2}, \quad (4.3)$$

$$V_{\text{сум}} = 91.551 + 3.365 + 1.272 + 0.455 + 0.145 + 0.105 + 1.086 + 1.029 + 0.007 = 99.015\%$$

4.2.5 Сума об'ємних водяної пари в природному газі, %

$$V_{H_2O} = 100 - V_{\text{сум}}, \quad (4.4)$$

$$V_{H_2O} = 100 - 99.015 = 0.985\%.$$

4.2.6 Результати розрахунку горіння палива зведені у таблицю 4.1.

| | | | | | | |
|-----|------|---------|------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | | 33 |

Таблиця 4.1 – Розрахунок горіння палива

| Склад газу | | Рівняння хімічної реакції | Повітря | | | Продукти сгорання | | | | |
|--------------------------------|----------------|--|----------------|----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|
| Компо- нента | % по об'єму | | | | | | | | | |
| | | | O ₂ | N ₂ | V _в | RO ₂ | O ₂ | N ₂ | H ₂ O | V _{прсг} |
| CH ₄ | 91,551 | CH ₄ +2O ₂ =CO ₂ +2H ₂ O | 183,10 | 688,46 | 871,57 | 91,55 | - | 688,46 | 183,10 | 963,12 |
| C ₂ H ₆ | 3,365 | C ₂ H ₆ +3,5O ₂ =2CO ₂ +3H ₂ O | 11,78 | 44,28 | 56,05 | 6,73 | - | 44,28 | 10,09 | 61,10 |
| C ₃ H ₈ | 1,272 | C ₃ H ₈ +5O ₂ =3CO ₂ +4H ₂ O | 6,36 | 23,92 | 30,28 | 3,82 | - | 23,92 | 5,09 | 32,83 |
| C ₄ H ₁₀ | 0,455 | C ₄ H ₁₀ +6,5O ₂ =4CO ₂ +5H ₂ O | 2,96 | 11,13 | 14,09 | 1,82 | - | 11,13 | 2,28 | 15,23 |
| C ₅ H ₁₂ | 0,145 | C ₅ H ₁₂ +8O ₂ =5CO ₂ +6H ₂ O | 1,16 | 4,35 | 5,50 | 0,72 | - | 4,35 | 0,87 | 5,94 |
| C ₆ H ₁₄ | 0,105 | C ₆ H ₁₄ +9,5O ₂ =6CO ₂ +7H ₂ O | 1,00 | 3,75 | 4,75 | 0,63 | - | 3,75 | 0,73 | 5,11 |
| CO ₂ | 1,086 | | - | - | - | 1,09 | - | - | - | 1,09 |
| N ₂ | 1,029 | | - | - | - | - | - | 1,03 | - | 1,03 |
| O ₂ | 0,007 | | -0,01 | -0,03 | -0,03 | - | 0,01 | - | - | 0,01 |
| H ₂ O | 0,985 | | - | - | - | - | - | - | 0,99 | 0,99 |
| | 100,000 | | 206,35 | 775,86 | 982,21 | 106,36 | 0,01 | 776,92 | 203,15 | 1 086,43 |
| α=1, воздух сухой | | | 206,35 | 775,86 | 982,21 | 106,36 | 0,01 | 776,92 | 203,15 | 1 086,43 |
| α=1, воздух влажный | | | 206,35 | 775,86 | 994,43 | 106,36 | 0,01 | 776,92 | 215,37 | 1 098,65 |
| α=1,15, воздух сухой | | | 237,30 | 892,24 | 1129,54 | 106,36 | 30,95 | 893,30 | 203,15 | 1 233,76 |
| α>1,15, воздух влажный | | | 237,30 | 892,24 | 1143,59 | 106,36 | 30,95 | 893,30 | 217,20 | 1 247,81 |

Пояснення до таблиці 4.1.

Об'єм вологого повітря необхідного для горіння палива, $\text{м}^3/100\text{м}^3$ п-ва.

$$V_{\alpha=1}^{e.g} = V_{\alpha=1}^{c.g} + \varepsilon' \quad (4.5)$$

$$V_{\alpha=1,15}^{e.g} = V_{\alpha=1,15}^{c.g} + \varepsilon'' \quad (4.6)$$

де ε' , ε'' - Поправки на вологість повітря, $\frac{M_H^3}{100 M_T^3}$,

$$\varepsilon' = \frac{V_{\alpha=1}^{e.c} \cdot d_e}{804}, \quad (4.7)$$

$$\varepsilon'' = \frac{\alpha \cdot V_{\alpha=1,15}^{e.c} \cdot d_e}{804}, \quad (4.8)$$

$$\varepsilon' = \frac{982.21 \cdot 10}{804} = 12.22 \frac{M_H^3}{100 M_T^3},$$

$$\varepsilon'' = \frac{1.15 \cdot 982.21 \cdot 10}{804} = 14.05 \frac{M_H^3}{100 M_T^3},$$

4.2.7 Теоретичні і дійсні об'єми продуктів згорання (визначені по даним таблиці 2.1)

4.2.7.1 Теоретично необхідні об'єми вологого повітря, $\frac{M_H^3}{M_{T-ва}^3}$

$$V_e^o = \frac{994.43}{100} = 9.94 \frac{M^3}{M_{m-ва}^3}$$

4.2.7.2 Дійсний об'єм повітря, що подається на горіння, $\frac{M_H^3}{M_{T-ва}^3}$

$$V_e^d = \alpha V_e^o, \quad (4.9)$$

$$V_e^d = 1.15 \cdot 9.94 = 11.44 \frac{M^3}{M_{m-ва}^3}$$

4.2.7.3 Дійсний об'єм CO_2 в продуктах горіння, $\frac{M_H^3}{M_{T-ва}^3}$

$$V_{\text{CO}_2}^d = \frac{106.36}{100} = 1.06 \frac{M^3}{M_{m-ва}^3}$$

4.2.7.4 Дійсний об'єм кисню O_2 в продуктах горіння, $\frac{M_H^3}{M_{T-ва}^3}$

$$V_{\text{O}_2}^d = \frac{30.95}{100} = 0.31 \frac{M^3}{M_{m-ва}^3}$$

| | | | | | | |
|-----|------|---------|------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | | |

4.2.7.5 Дійсний об'єм азоту N_2 в продуктах горіння, $\frac{M_H^3}{M_{T-га}^3}$

$$V_{N_2}^{\partial} = \frac{893.30}{100} = 8.93 \frac{M^3}{M_{т-га}^3}$$

4.2.7.6 Дійсний об'єм водяної пари H_2O в продуктах горіння, $\frac{M_H^3}{M_{T-га}^3}$

$$V_{H_2O}^{\partial} = \frac{217.20}{100} = 2.17 \frac{M^3}{M_{т-га}^3}$$

4.2.7.7 Дійсний об'єм продуктів горіння, $\frac{M_H^3}{M_{T-га}^3}$

$$V_{np.г}^{\partial} = \frac{1247.81}{100} = 12.48 \frac{M^3}{M_{т-га}^3}$$

4.2.7.10 Об'ємні долі продуктів горіння

$$r_i = \frac{V_i^{\partial}}{V_{np.г}^{\partial}}, \quad (4.10)$$

$$r_{CO_2} = \frac{1.06}{12.48} = 0.085,$$

$$r_{O_2} = \frac{0.31}{12.48} = 0.025,$$

$$r_{N_2} = \frac{8.93}{12.48} = 0.716,$$

$$r_{H_2O} = \frac{2.17}{12.48} = 0.174.$$

4.2.7.11 Густина продуктів горіння, $кг/м^3$

$$\rho_{nc} = \sum \rho_i r_i, \quad (4.11)$$

де ρ_i – густина і-ого компонента продуктів горіння.

$$\rho_{nc} = 0.085 \cdot 1.96 + 0.025 \cdot 1.43 + 0.716 \cdot 1.25 + 0.174 \cdot 0.80 = 1.237 \text{ кг/м}^3.$$

4.3 Розрахунок внутрішнього газопроводу

4.3.1 Вихідні данні для розрахунку

- Потужність котла $Q_k=1,5$ МВт;
- Теплота сгорання палива $Q^p_H=33,5$ МДж/м³;
- Коefфіцієнт корисної дії котла $\eta_k=91$ %;
- Максимальний тиск газу після ГРУ 3000 Па;
- Мінімальний надлишковий тиск газу перед пальником 500 Па;

| | | | | | | |
|-----|------|---------|------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Лист |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | | |

4.3.1 Витрата газу на котел, м³/год

$$B_k = \frac{Q}{Q_n^p \cdot \eta_k} \cdot 3600, \quad (4.12)$$

$$B_k = \frac{1,5}{33,5 \cdot 0,91} \cdot 3600 = 171,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

4.3.2 Вибір пальника

По необхідній потужності і витраті газу на котел «Колві 1500» приймається газовий пальник фірми «CUENOD» типу C.210 GX 507/8 призначений для спалювання газу середнього тиску в теплогенеруючих установках.

Пальник складається: вмонтований центробіжний вентилятор – потужністю електродвигуна 0,8 кВт, числом обертів 2980 об.хв; сервоприводом – який приводить в рух газову заслонку і повітряний шибер, встановлений на всосі вентилятора; вмонтованим електричним щитом керування пальником; системою безпеки – датчиком датчиком полум'я та датчиком мінімального тиску газу; паливним автоматом.

4.3.2 Діаметр газопроводу, м.

$$D = \sqrt{\frac{B}{3600 \cdot \pi \cdot w_r}}, \quad (4.13)$$

де w_r – середня швидкість газу для середнього тиску приймається від 1 до 10 м/с,

приймаю $w_r = 5$ м/с

$$D = \sqrt{\frac{171,5}{3600 \cdot \pi \cdot 5}} = 0,055 \text{ м}$$

Приймаю для встановлення трубопровід $\varnothing 76 \times 3$ мм.

4.4 Аеродинамічний розрахунок газопроводу

| | | | | | | |
|-----|------|---------|------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Лист |
| | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | | |

Гідравлічна система газопроводу показана на рис 4.1. Ділянка проектуемого газопроводу розбивається на різні менші частини, кількість яких залежить від кількості діаметрів, визначається їх довжина і розрахункова витрата газу.

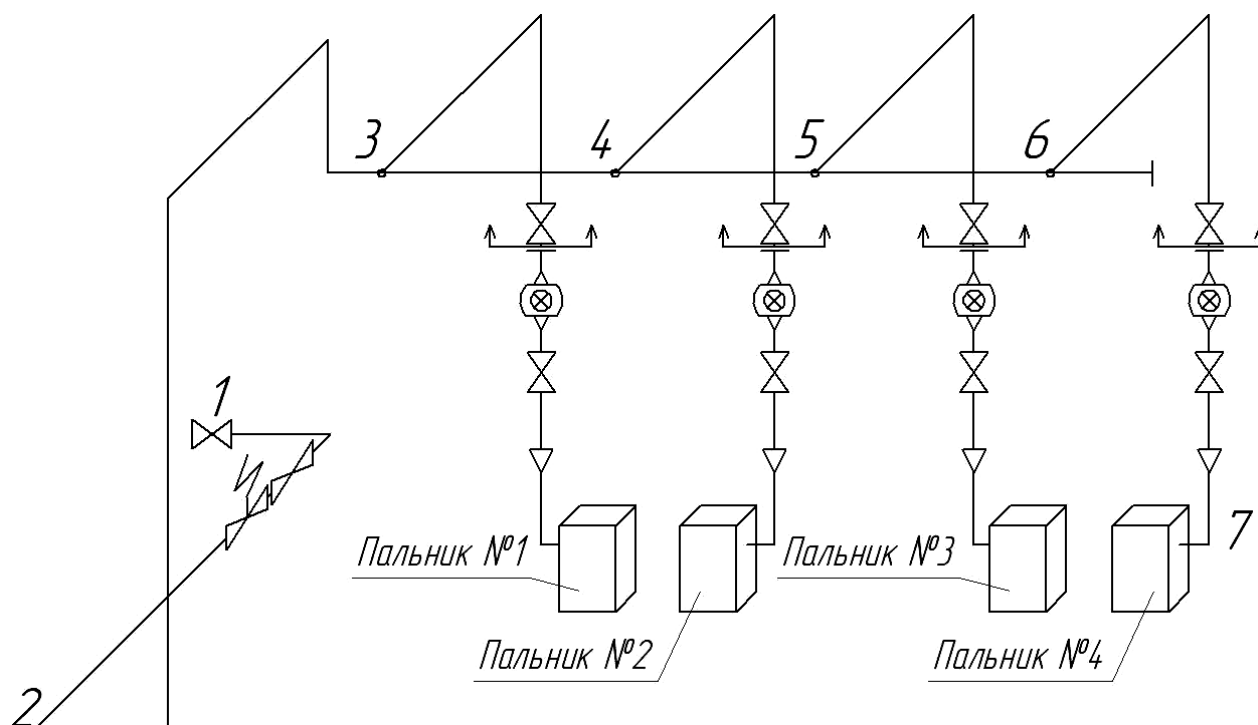


Рисунок 4.1 – Гідравлічна схема газопроводу

Таблиця 4.2 – Вихідні дані

| Ділянка | Діаметр ділянки, мм | Довжина ділянки, м |
|---------|---------------------|--------------------|
| 1-2 | 133 x 3,5 | 1 |
| 2-3 | 133 x 3,5 | 1,7 |
| 3-4 | 108 x 3,5 | 2,8 |
| 4-5 | 89 x 3 | 0,9 |
| 5-6 | 76 x 3 | 2,8 |
| 6-7 | 76 x 3 | 4 |

4.4.2 Фактична довжина ділянки 1-2, l_{1-2}^{ϕ} , м

$$l_{1-2}^{\phi} = 1 \text{ м}$$

4.4.3 Розрахункова довжина ділянки 1-2, l_{1-2}^p , м

$$l_{1-2}^p = l_{1-2}^{\phi} \cdot 1,2 \quad (4.14)$$

де 1.2 – коефіцієнт враховуючий втрати тиску на ділянці, (втрати приймаю в розмірі 20 % від лінійних)

$$l_{1-2}^p = 1,2 = 1,2 \text{ м}$$

4.4.4 Дійсні втрати на тертя на ділянці 1-2, $\frac{\Delta P}{l}$, Па/м,

Визначаємо по номограмам

$$\left(\frac{\Delta P}{l} \right)_{1-2} = 50 \text{ Па/м.}$$

4.5 Сумарні втрати на тертя на ділянці 1-2, $\Delta P_{\text{общ}}$, Па

$$\Delta P_{\text{общ}} = \left(\frac{\Delta P}{l} \right)_{1-2} \cdot l_{1-2}^p, \quad (4.15)$$

$$\Delta P_{\text{общ}} = 50 \cdot 1,2 = 60, \text{ Па}$$

Аналогічно розраховуємо для інших ділянок і записуємо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.3 – Аеродинамічний розрахунок газопроводу

| Ділянка | Фактична довжина ділянки $l_{\text{ф}}, \text{м}$ | Розрахункова довжина ділянки, $l_{\text{р}}, \text{м}$ | Розрахункова витрата газу, $V_{\text{р}}, \text{м}^3/\text{час}$ | Діаметр газопроводу, $d_{\text{г}}, \text{мм}$ | Лінійні втрати тиску | |
|---------|---|--|--|--|----------------------|--------------------|
| | | | | | На 1 м, Па/м | На всю ділянку, Па |
| 1-2 | 1 | 1,2 | 686 | 133 x 3,5 | 50 | 60 |
| 2-3 | 1,7 | 2 | 686 | 133 x 3,5 | 22 | 44 |
| 3-4 | 2,8 | 3,4 | 514,5 | 108 x 3,5 | 7 | 23,8 |
| 4-5 | 0,9 | 1,1 | 343 | 89 x 3 | 5 | 5,5 |
| 5-6 | 2,8 | 3,4 | 171,5 | 76 x 3 | 9,7 | 33 |
| 6-7 | 4 | 4,8 | 171,5 | 76 x 3 | 7,1 | 34,1 |
| ΣP | | | | | | 200,5 |

4.4.5 Сумарні втрати тиску на ділянці газопроводу від колектора газу до газової арматури котла, ΣP , Па,

$$\Sigma P = 200,5 \text{ Па.}$$

4.4.6 Розрахунковий тиск газу перед газової арматурою котла, P_1 , Па

$$P_1 = P_6 - \Sigma P, \quad (4.16)$$

$P_1 = 3000 - 200,5 = 2796,6 \text{ Па}$, що забезпечую потреби нормальної роботи пальника.

4.5 Висновки до розділу 4

Результатом роботи в даному розділі став опис схеми газопостачання котельні, розрахунок горіння палива, на підставі якого було обрано пальник фірми «CUENOD» типу

| | | | | | |
|-------------------|------|---------|------|------|------|
| ТП 81мп 50 011 ПЗ | | | | | Лист |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | |

С.210 GX 507/8 призначений для спалювання газу середнього тиску в теплогенеруючих установках. Було проведено аеродинамічний розрахунок трубопроводу в результаті якого було визначено сумарні втрати тиску на ділянці газопроводу, що складають 200,5 Па

| | | | | | | |
|-----|------|---------|------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Лист |
| | | | | | | |
| Изм | Лист | № докум | Подп | Дата | | |

6 ОПИС СХЕМИ КВП ТА АВТОМАТИКИ

6.1 Автоматизація котлів та загально котельного устаткування

Проектом передбачено КІП та А котельні згідно вимогам ДНАОП 0.00-1.20-98 та ДНАОП 0.00-1.26-96, СНіП II-35-76.

Проектом прийнята двох котлова автоматизована котельня:

- чотири водогрійних котла «Колві-1500» $Q=1,5$ МВт з комплектом автоматики та управління рециркуляційним насосом котла.

В літньому режимі або при зупинці одного водогрійного котла передбачається регулятор температури ГВП з установкою електронного регулюючого клапану на паропроводі.

Візуальний контроль основних технологічних параметрів виконується приладами місцевого контролю (контроль температури та тиску).

Для підвищення безпеки експлуатації котлів проектом передбачається цілодобовий контроль наявності метану та чадного газу у приміщенні котельні (варта-1-03, фірма „Теміо”). Це дозволяє, в разі виникнення аварійної ситуації, здійснити своєчасне припинення надходження газу до котельні і видати необхідну сигналізацію.

Проектом передбачено захист підживлюючих та живильних насосів від сухого ходу. Підживлюючи насоси в автоматичному режимі включаються по тиску в зворотній магістралі. Передбачено АВР (автоматичний ввід резерву) мережних насосів.

Для аналізу вихідних газів на вміст O_2 передбачено комплект обладнання КГА-1-1.

Для комерційного обліку тепла передбачено електромагнітний теплолічильник тепла типу СВТУ-10м.

Мережі контролю та управління виконуються контрольними кабелями типу КВВГ, установочними дротами типу ПВС в трубах і метало рукавах.

6.2 Електромеханічна частина

Електроприймачами котельні є внутрішнє освітлення, електроприводи технологічного устаткування. За умовами надійності електропостачання згідно з ПУЕ котельня віднесена до I-II категорії споживачів.

Напруга споживачів електроенергії прийнято: 380В/220В для силових електроприймачів та 220В – для електроосвітлення.

Живлення котельні передбачене від існуючої трансформаторної підстанції по двох кабельних лініях 380/220В кабелем ВВГ $3 \times 10 + 1 \times 6$ мм² з різних секцій шин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для розподілу електроенергії усередині котельні встановлюється розподільчий щит „ЩР”. У якості силового розподільного щита прийнята розподільча шафа серії Я 821-754ухл4 заводу „Елетон”, комплектована автоматичними вимикачами типу А 2046 та А 2044.

При виході з ладу однієї з живильних ліній усе навантаження автоматично переводиться на другу лінію (в шафі передбачено АВР вводів).

Максимально установлена потужність електроприймачів у котельні $P_{уст}=24,9$ кВт.

Проектом передбачається облік спожитої активної та реактивної електроенергії. Лічильники встановлюються в розподільчому щиті ЩР.

Проектом передбачено безперебійне живлення засобів сигналізації та диспетчеризації (живлення від батарейного блоку живлення БП).

Для керування приводами мережних та підживлюючих насосів (пуск та захист) проектом передбачаються ящики управління типу Я 5000 заводу „Елетон” з автоматичними вимикачами і сигналізацією положення керуємих двигунів.

Для забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу від поразки електричним струмом проектом передбачається захисне заземлення, занулення металевих корпусів електроустаткування згідно ПУЕ гл.1.7. У якості занулюючих провідників використовуються нульові робочі провідники, металоконструкції для прокладки проводів і кабелів, каркаси ящиків, щитів з надійним з’єднанням на всіх елементах нульових провідників.

6.3 Електроосвітлення

Проект передбачає три види електричного освітлення: робочого, аварійного та ремонтного.

Передбачено передпускове аварійне освітлення в вибухозахисному виконанні.

Вимикач для передпускового освітлення встановлюється за межами приміщення котельні (у входних дверей).

Живильні і групові мережі електроосвітлення виконуються кабелем марки ВВГ, ВВГз.

Для захисту людей від поразки електричним струмом передбачено згідно ПУЕ та СНиП 3.05.06-85 занулення.

Для занулення в освітлювальній мережі використовується нульовий провід.

6.4 Сигналізація та зв’язок

Проектом передбачається автоматична пожежо-охоронна сигналізація, зв’язок та диспетчерська сигналізація об’єкту: комплект Vitocom-300 фірми „VIESSMANN” (блок

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

живлення, базовий модуль з вбудованим аналоговим модемом, телефонний з'єднувальний кабель).

При виникненні пожежі видаються імпульси на виключення системи електропостачання котла.

Це рішення передбачає наступні функціональні можливості:

- контроль температури в трубопроводах ГВП та ОП;
- стан пожежоохоронного датчика;
- стан газової безпеки;
- контроль рівня електроенергії;
- оповіщення про аварійну зупинку котла;
- контроль витрати тепла, електроенергії, газу і т.д.
- диспетчерська частина дозволить приймати сигнали тривоги та автоматично

опитувати пристрій на предмет історії зміни показників.

Розміщення устаткування автоматизації та управління:

- щити парових котлів розміщуються на стіні по фронту водогрійних котлів;
- розподільчий щит ЦР розміщено на стіні по осі В-2;
- ящик управління мережними насосами – на колоні біля насосів;
- ящик управління підживлюючими насосами – на стіні біля насосів.

6.5 Блискавкозахист

У відповідності до інструкції по блискавкозахисту будівель і споруд РД 34.21.122-87 будівля котельні відноситься до III категорії, має II ступень вогнетривкості і не підлягає по ПУЕ к класам вибухопожежонебезпечним, тому не потребує спеціальних заходів по виконанню блискавкозахисту.

Будівля котельні знаходяться в зоні захисту існуючого блискавкозахисту.

Для захисту котельні від вторинних проявів блискавки металеві корпуси всього обладнання і апаратів, встановлених в котельні, приєднати до заземлюючого пристрою.

Усередині котельні прокладається контур заземлення зі сталевий смуги перетином 40×4 мм, що приєднується до нульових шин щита станцій керування, а повторно до водопровідних і каналізаційних мереж.

Для заземлення корпусів електродвигунів, апаратури й ін. прийнята сталевий полоса перетином 20×3 мм.

Корпуса освітлювальної арматури й ін. заземлюються шляхом приєднання їх до нульового проводу освітлювальної мережі.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

З метою вирівнювання потенціалу в усіх приміщеннях застосовується заземлення, занулення. Всі будівельні металеві конструкції, стаціонарно прокладені металеві трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання і т.д. мають бути приєднані до мережі заземлення. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати $R=4$ Ом.

6.6 Висновки до розділу 6

Проектом передбачено автоматизація котельні згідно вимогам ДНАОП 0.00-1.20-98 та ДНАОП 0.00-1.26-96, СНіП II-35-76.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 55 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Правова основа охорони праці базується на Конституції України, Законі України “Про охорону праці”. Найважливішим принципом державної політики в галузі охорони праці є пріоритет життя та здоров'я відносно трудової діяльності.

Тема дипломного проекту: «Котельня в с. Калинівка Броварського району Київської області».

Метою даного проекту є будівництво котельні в для потреб тепlopостачання с.Калинівка Броварського району Київської області.

Котельню планується обладнати двома блоками водогрійних котлів по два у блоці, фірми «Колві» типу Колві-1500, сумарною теплопродуктивністю $2 \times 1,5 \times 2 = 6$ МВт, які забезпечують задані параметри теплоносія з температурним графіком 95/70 °С, циркуляційні насоси та підживлюючі насоси. Циркуляційні насоси систем опалення та ГВП прийняті малощумні імпорного виробництва..

При експлуатації котлів фірми «Колві», теплопродуктивністю 1,5 МВт мають місце потенційно шкідливі й небезпечні виробничі фактори, які в певних умовах можуть негативно впливати на організм людини. До них відносяться:

- підвищені або знижені температури, відносна вологість і швидкість руху
- повітря в робочій зоні;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму й вібрації на робочому місці;
- відсутність або недостатність природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замкнення якої може відбутися крізь тіло людини;

пожежна небезпека й інші.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

7.1 Рекомендації безпеки при будівництві та експлуатації системи теплопостачання від котельні

Проекти котелень розробляються за нормативно-технічними документами та нормативними документами з охорони праці, затвердженими Держбудом України. Котельні мають задовольняти вимогам надійності теплопостачання економічного будівництва безпеки і надійності основного і допоміжного обладнання та вимогам санітарних норм умов праці. Проектом котельні, передбачено застосовування готових уніфікованих залізобетонних і металевих конструкцій, а також деталі з найменшим числом типорозмірів для спорудження каркасів будівель, полегшені матеріали для стінового заповнення, комплектні транспортабельні агрегати і монтажні блоки для складення обладнання на місці установлювання, блоки трубо- та пилогазоповітропроводів заводського виготовлення. Для виконання робіт по реконструкції котельні допускаються організації, які мають відповідну ліцензію. Відповідальність за допуск персоналу до виконання робіт, виконання вимог безпеки і контроль здійснює організація-виконавець робіт.

Безпека при будівництві та експлуатації котельні досягається дотриманням вимог ДНАОП 0.00-1.08-94 „Правил будови і безпеки експлуатації парових та водогрійних котлів“, ДНАОП 0.00-1.11-98 „Правил будови і безпечної експлуатації трубопроводів гарячої води та пари, та інших нормативних документів.

Котли та їх елементи (складальні одиниці), придбання яких здійснюється за кордоном, повинні відповідати вимогам цих Правил і підтверджені виготовлювачем (постачальником) сетрифікатом відповідності, виданим органом з сертифікації України. Можливі відхилення від Правил повинні бути погоджені з Державним комітетом по нагляду охорони праці України до укладання контракту. Копія погодження додається до паспорта котла.

Розрахунки на міцність котлів та їх елементів (складальних одиниць) повинні виконуватись згідно з нормами, погодженими з Держнаглядом за охороною праці або виконані, за прийнятою постачальником методикою, розрахунки задовольняють вимогам вказаних норм.

Відповідність матеріалів іноземних марок вимогам цих Правил або допустимість їх використання підтверджується висновком спеціалізованої організації, яка має на це дозвіл. Копії зазначених документів додаються до паспорта котла.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Паспорт котла повинен бути перекладений на українську або, за вимогою замовника, на іншу мову і складений за відповідною нормою. В паспорті наводяться загальні данні (рік виготовлення, тип, заводський номер, розрахунковий термін служби та інш.), технічні характеристики і параметри, дані про запобіжні пристрої (клапани); показники рівня води; основну арматуру; основну апаратуру для вимірювання, сигналізації, регулювання і автоматичного захисту; живильні і циркуляційні насоси; про труби котла і трубопровід в межах котла; про штуцери, кришки, переходи, фланці з деталями кріплення; результатів вимірювань корпусів котлів та інших елементів тощо.

Виконання рекомендації виготовлювача котла та його обладнання, а також нормативних актів по охороні праці є запорукою безпечної експлуатації котельні.

7.2 Профілактичні заходи по нормалізації виробничих факторів в приміщенні котельні

Відповідно ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми виробничих приміщень» під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат їх внутрішнього середовища, який визначається діючими на організм людини температурою, відносною вологістю, швидкістю руху повітря та тепловим випромінюванням.

Роботи в котельному відділенні відносяться до категорії легкі роботи 1Б з енерговитратами від 121 до 150 ккал/год.

З метою підтримання у робочій зоні виробничих приміщень належного повітряного та температурного режиму, згідно з вимогами санітарних норм передбачається обладнання цих приміщень системами природної і штучної вентиляції, кондиціонування повітря та опалення, які виконують такі функції:

- видалення з приміщень надлишків тепла;
- забезпечення концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони, яка не перевищує допустимої;
- подача у приміщення свіжого повітря;
- підтримання в усіх приміщеннях параметрів температури та відносної вологості повітря, які не перевищують допустимих.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Таблиця 7.1 - Оптимальні та допустимі параметри температури, відносної вологості та швидкості руху повітря у робочій зоні виробничих приміщень персоналу котельні

| Період року | Температура, °C | | Відносна вологість, % | | Швидкість руху повітря, м/с | |
|-------------|-----------------|--|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------|
| | Оптимальна | Допустимий діапазон | Оптимальна | Допустима | Оптимальна | Найбільша |
| | | Для постійних | | | | Не більше 0,2 |
| Холодний | 21-23 | робочих місць 17-23, для непостійних 15-24 | 40-60 | 75 | 0,1 | |
| | | Для постійних | | | | |
| Теплий | 22-24 | робочих місць 18-27, для непостійних 17-29 | 40-60 | 60(при 27°C) 75(при ≤24°C) | 0,2 | 0,1-0,3 |

Проектом котельні передбачено:

- в приміщенні котельні влаштування кондиціонерів в приміщенні для підтримання температури повітря в холодний період року здійснюється улаштуванням в цих приміщеннях систем опалення з розташуванням нагрівальних приладів;

7.2.2 Профілактичні заходи по нормалізації рівнів шуму в приміщенні котельні після її будівництва.

Відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» нормуються рівні звукового тиску L_p , дБ, залежно від частоти та робочих місць приміщень та видів трудової діяльності та допустимі рівні звуку L_A , дБА, залежно від робочих місць приміщень та видів трудової діяльності.

У котельні рівні шуму не повинні перевищувати норм, які наведені в таблиці 7.2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

Для тонального шуму допустимі значення рівнів шуму повинні бути на 5 одиниць менші від значень, наведених в таблиці 7.2. Основними джерелами шуму є наступне основне й допоміжне устаткування, установлене в котельному відділенні:

Джерелами шуму в проектованій котельні є технологічне та допоміжне устаткування, а саме, котли та живильні насоси, насоси подачі деаерованої води на всас живильних насосів (бустерні насоси), буферні насоси, насос сирової води та кондиціонер, який розміщений в вентиляційній камері.

Для зниження рівнів шуму при обробці стін та матеріалів покриття полу враховувались вимоги СНиП 2.09.02-85 та СНиП II-35-76. Проектом передбачено:

- гнучкі трубопровідні вставки.
- вентилятори вибрані з низьким рівнем шуму;
- вентилятори монтуються на віброізолюваній основі.
- котел;
- окремі трубопроводи, що мають підвищені швидкості середовища;
- запобіжні клапани трубопроводів.

Фактичні рівні шуму від насосів сирової води 59 дБА, що значно нижче допустимого рівня шуму в 80 дБА.

Таблиця 7.2 - Рівні звукового тиску і рівні звуку в приміщеннях котельні

| Вид трудової діяльності, робоче місце, приміщення | Рівні звукового тиску (в дБ) в октавних смугах із середньгеометричними частотами (Гц) | | | | | | | | | Рівні шуму, дБА |
|---|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----------------|
| | 31,5 | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | |
| Основні виробничі приміщення | 107 | 95 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 |
| Приміщення щитових, кабін керування, спостереження тощо | 96 | 83 | 74 | 68 | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 65 |

Для захисту обслуговуючого персоналу від шкідливої дії шуму при роботі в котельному залі передбачається протишумні вкладиші багатократного використання. При цьому інтегральна акустичної ефективності складає 15 дБА (ГОСТ 12.4.051-87).

7.2.3 Профілактичні заходи по забезпеченню нормованих значень вібрації в приміщеннях котельні.

Відповідно до ДСН 3.3.6.039-99 нормуються допустимі величини віброшвидкості (м/с) та віброприскорення (м/с²), або логарифмічні рівні, залежно від частоти коливань, їх виду і часу дії протягом зміни.

Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати допустимі значення, що наведені у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 - Норми рівнів вібрацій в приміщенні котельні:

| Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц | Нормативні значення у напрямках | | | |
|---|---------------------------------|-----|------------------|-----|
| | Віброприскорення | | Віброшвидкості | |
| | м/с ² | ДБ | 10 ⁻² | ДБ |
| 8 | 1,4 | 123 | 2,8 | 115 |
| 16 | 1,4 | 123 | 1,4 | 109 |
| 31,5 | 2,7 | 129 | 1,4 | 109 |
| 63 | 5,4 | 135 | 1,4 | 109 |
| 125 | 10,7 | 141 | 1,4 | 109 |
| 250 | 21,3 | 147 | 1,4 | 109 |
| 500 | 42,5 | 153 | 1,4 | 109 |
| 1000 | 85,0 | 159 | 1,4 | 109 |

7.2.5 Організація освітлення в приміщенні котельні

Проектом передбачається природне та штучне освітлення усіх проходів, проїздів, штатних та аварійних виходів із приміщень, робочих місць експлуатаційного персоналу, контрольно-вимірювальних приладів. Рівень освітлення відповідає діючим нормам. Приміщення котельного відділення у достатній мірі забезпечене денним освітленням, а при його відсутності або недостатності - штучним освітленням ДБН В 2.5.-28-2006.

Характеристика зорових робіт середньої точності, так як найменший лінійний розмір об'єкта розпізнавання 0,5-1 мм (градування шкали витратоміра)

В котельні виконуються зорові роботи - IV розряду. Передбачена система комбінованого природного освітлення. Вона забезпечує при комбінованому освітленні $e_N = 4\%$, при боковому освітленні $e_N = 1,35\%$.

Система природного освітлення.

Визначимо нормативні значення КПО в робочій зоні оператора котельні за формулою:

$$e_N = e_H \cdot m, \%$$

де e_H - нормативне значення КПО, визначається за табл.. ДБН В.2.5-28-2006;

$$e_H = 1,5$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

m - коефіцієнт світлового клімату за табл.. ДБН В.2.5-28-2006.

Так як світлові отвори в котельні зорієнтовані на північ, $m = 0,9$

$$e_N = 1,5 \cdot 0,9 = 1,35 \%$$

Штучне освітлення нормується величиною освітленості E (лк) в залежності від розряду робіт, системи штучного освітлення та типу джерела світла. Передбачено наступні види штучного освітлення:

- робоче освітлення;
- аварійне освітлення;
- місцеве освітлення;
- ремонтне освітлення.

Освітленість виробничих, допоміжних приміщень на території котельної прийнята у відповідності з ДБН В 2.5.-28-2006.

Штучне освітлення основних робочих місць забезпечує освітленість не нижче:

- вимірювальних приладів, місцевих щитів та пультів управління - 150 лк;
- фронту котлів, приладів автоматики - 100 лк;
- приміщень БЩУ - 200 лк;
- приміщень баків, ГЗУ, майданчиків обслуговування котлів та за котлами - 10 лк;
- охоронне освітлення - 0,5 лк.

Аварійним освітленням обладнуються в обов'язковому порядку наступні робочі місця:

- місцеві щити та пульти управління;
- майданчики обслуговування вентиляторів та димососів;
- майданчики обслуговування та сходи котлів;
- майданчики обслуговування насосів.

7.3 Заходи, які передбачені проектом котельні, по захисту працюючих від інфрачервоного випромінювання.

В процесі експлуатації обладнання котельного відділення персонал підлягає інфрачервоному опромінюванню.

Для інфрачервоного випромінювання нормується інтенсивність теплового випромінювання від поверхні нагрітого технологічного обладнання, освітлювальних

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

приладів, ізоляції на постійних робочих місцях, в залежності від випромінюваної поверхні тіла працюючого, категорії виконуваних робіт, тривалості впливу.

Інтенсивність теплового опромінювання працюючих від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлюючих приладів, ізоляції на постійних і не постійних робочих місцях не повинна перевищувати 35 Вт/м^2 - при опроміненні 50% поверхні тіла і більше; 70 Вт/м^2 - при опроміненні 25%-50% поверхні тіла і 100 Вт/м^2 - при опроміненні не більше 25% поверхні тіла ДСН 3.3.6.042-99.

Технічні рішення, які передбачені проектом, щодо попередження шкідливого впливу випромінювання на працюючих:

1. Температура поверхонь котла не перевищує 55°C , а всього іншого тепломеханічного обладнання - 45°C , це досягається застосуванням теплоізоляції.
2. Автоматизація технологічних процесів, дистанційне управління обладнанням, що дає змогу вивести персонал з зони шкідливого впливу випромінювання.
 1. Застосування засобів індивідуального захисту (при ремонті обладнання).
3. Екранування робочих зон (місць) від впливу випромінювання (при необхідності).
4. Застосування вентиляції та кондиціонування повітря, це знижує дію шкідливого впливу випромінювання.

7.4 Профілактичні заходи по запобіганню електротравм при експлуатації електрообладнання котельні.

Встановлене у котельні електроустаткування відповідає ПУЕ галузевим стандартам. Згідно «Правил улаштування електроустановок» котельня відноситься до категорії «Особливо небезпечних приміщень». У ньому розміщене устаткування, що живиться високою напругою:

- електродвигуни напругою до 1 кВ підключені до мережі з ізольованої нейтраллю (живильний електронасос);
- електродвигуни напругою 380/220В підключені до мережі з глухозаземленою нейтраллю (приводу засувки та іншого устаткування потужністю до 1 кВт);
- електроживлення системи освітлення - чотирьохпровідне, трифазне з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Заземлення або занулення електрообладнання котельні виконується по системі згідно з діючим ПУЕ, СНиП 3.05.06-85.

Проектом передбачається занулення або заземлення всіх металевих частин електрообладнання, що нормально не знаходяться під напругою, залежно від його призначення або мережі, від якої воно живиться.

Крім того, по контуру приміщень, котельного залу прокладається внутрішня магістраль заземлення, що з'єднується з існуючим контуром заземлення.

З метою вирівнювання потенціалу в усіх приміщеннях, де застосовується занулення, заземлення, будівельні металеві конструкції, стаціонарно прокладені металеві трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання та ін. мають бути приєднані до мережі заземлення (існуючого заземлювача).

Передбачена також ізоляція струмоведучих частин, блоківки безпеки, недоступність струмоведучих частин, організаційні та інші заходи безпеки.

7.5 Заходи з пожежної безпеки при експлуатації котельні.

В таблиці 7.4 наведена категорія і клас приміщень котельні по вибухопожежобезпеці після її реконструкції.

Таблиця 7.4 - Категорія і клас приміщень котельні по вибухопожежобезпеці після її реконструкції.

| Назва приміщення | Категорія по пожежній небезпеці | Ступінь вогнестійкості | Клас по ПУЕ |
|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------|
| Котельний цех | Г | III А | - |
| Етажерка електротехнічних приміщень | В | II | - |
| ЦЩУ | Д | II | - |
| ГРП | А | II | В-Ia |

Проект котельні розроблений з урахуванням вимог Закону України "Про пожежну безпеку" і "Правил пожежної безпеки в Україні".

Пожежна безпека котельні забезпечується конструктивними рішеннями обладнання, системою автоматизації, яка сприяє надійній роботі обладнання, своєчасними ревізіями, попереджувальним ремонтом.

Категорії приміщень котельні за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою - „Д" і „Г".

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Конструкція котельні відповідає ступеню вогнестійкості IIIa.

Колони, балки перекриття і покриття - металеві, несучі конструкції покриття котельного залу - сталеві балки із протипожежним покриттям для підвищення межі вогнестійкості до R15 (MO) згідно табл.4 ДБН В.1-1-7-2002.

Покрівля двоскатна з ухилом 1:12.

Покриття покрівлі - одношарова мембрана по цементно-піщаній армованій стяжці і негорючому утеплювачу з пресперліту $\rho = 200 \text{ кг/м}^3$.

Стінове огородження та покриття прийняті згідно з п. 4.17 ДБН В. 1.1-7-2002 „Пожежна безпека об'єктів будівництва" та являють собою:

- для стін - сталевий профільований настил $h=18 \text{ мм}$, вітроізоляція ROCK WOOL, утеплювач ISOVER KT-11 (негорючий), пароізоляційна плівка, профільований настил $h=18 \text{ мм}$. Загальна товщина стіни 140 мм ;

- покриття - наплавлювальна гідроізоляційна мембрана „Bitusan PR-5 Design" - 5 мм , грушівка розчином бітуму у солярці - 1 мм , цементно-піщана стяжка М 150 армована сіткою $150 \times 150 \text{ Ф } 4 \text{ ВІ-40}$ - 140 мм , пароізоляційна плівка, профільований настил Rap 45j $t=0,8$, металеві прогони по металічних балках.

В котельні передбачено легкоскидні огорожувальні конструкції за розрахунком відповідно до СНиП 2.09.02-85* п.2.42 ($0,05 \text{ м}^2$ на 1 м^3 об'єму залу). До них належить оскління склом товщиною 4 мм в зовнішніх стінах котельного залу і легкоскидні конструкції покриття залу (розрахунок площі легкоскидних конструкцій див. креслення АР арк.4).

Верхній і нижній яруси засклення котельні мають фрамуги, що відкриваються, площею за розрахунком.

Всі поверхи будинку мають 2 виходи: на існуючу евакуаційну сходову клітку і на зовнішню сталеву, яка є водночас пожежною драбиною і виходом на покрівлю. Вздовж евакуаційних шляхів та виходів встановлюються покажчики типового зразку.

Котельня, електрощитова та існуючий вихід на покрівлю відокремлені від сусідніх приміщень протипожежними перегородками з протипожежними дверима.

Проектом передбачається:

- автоматичне відключення вентсистем, що обслуговують приміщення, обладнані автоматично-пожежною сигналізацією;
- дистанційне централізоване відключення вентиляційних систем на випадок пожежі;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

- вибір кабельної продукції та її прокладка виконано згідно класифікації пожежовибухонебезпечності зон приміщень, в яких вони прокладаються. Побутові кондиціонери (системи П1, П2, П4), викидна система В1ч-В8 та припливна система ПЗ зупиняються за сигналом "Пожежа"

Зовнішнє пожежогасіння виконується від пожежних гідрантів на внутрішньомайданчиковій мережі заводу, що проектується інститутом "Укрдіпрохарчопром". Для місцезнаходження пожежних гідрантів поруч на стінах будинку встановлюються показники типового зразку, виконані з електроосвітленням згідно з ГОСТ 12.4.026-76 табл.3 п.3.13 та ГОСТ 12.4.009-83 п. 1.12.

В будинку передбачається встановлення пожежних кранів Ду 50 мм з пожежними стволами із сприском Д і б мм в пожежних шафах. Кожна пожежна шафа обладнується двома ручними вогнегасниками, має отвори для провітрювання, пристосована для опломбування та візуального огляду без розкривання згідно п.6.13; 6.14 СНиП 2.04.01-85.

Даним проектом передбачається обладнання приміщень автоматичною пожежною сигналізацією з урахуванням вимог ДБН В.2.5-13-98 "Пожежна автоматика будинків і споруд". Пожежна сигналізація працює цілодобово.

При виникненні пожежі видаються імпульси на виключення системи вентиляції, а також передача сигналу про пожежу на пульт центрального пожежного зв'язку через систему "NE-MROD 40".

Витрати води на зовнішнє пожежогасіння цеху становлять - 15 л/с.

Загальні витрати води при пожежі становлять 25 л/с. Тиск води в системі становить 30-35 м.вод.ст.

У відповідності з інструкцією по блискавкозахисту будівель і споруд РД 34.21.122-87 будівля котельні відноситься до III категорії, має II ступень вогнетривкості і не підлягає по ПУЭ к класам вибухопожежонебезпечним, тому не потребує спеціальних заходів по виконанню блискавкозахисту.

7.6 Висновки до розділу 6

Проаналізовано потенційно шкідливі та небезпечні виробничі фактори при експлуатації котельні. Визначено заходи і засоби безпеки та охорони праці обслуговуючого персоналу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 66 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Висновки

В даному проекті були виконані розрахунки котельні для покриття потреб тепlopостачання споживачів села Калинівка Броварського району Київської області.

Максимальна витрата теплоти на опалення складає - 4,3 МВт. Витрати теплоти на гаряче водопостачання в опалювальний період складають - 0,8 МВт.

Теплова схема котельні була розрахована для того, щоб вибрати встановлену потужність котлів, та допоміжного обладнання. В якості водогрійних котлів прийнято устаткування фірми Колві типу «Колві 1500» тепловою потужністю 1,5 МВт. Були підібрані швидкісні пластинчаті водонагрівачі виробництва фірми «Укртеплоенерго» для покриття потреб на гаряче водопостачання будівлі.

Для даної водогрійної котельні були підібрані два мережних насоси води Wilo IL 100/260-11/4 (для контуру опалення) два насоси для підживлення типу Wilo MVI 109-3. Для системи гарячого водопостачання було вибрано один насос циркуляції води в системі гарячого водопостачання для споживачів типу Wilo TOP-Z 65/10.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 71 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5 ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОПАЛЕННЯ КОТЕЛЬНОЇ

Вихідні дані до розрахунку:

Населений пункт – с. Калинівка Броварського району Київської області

Зовнішній об'єм $V_n = 0,75$ тис. м^3 ;

5.1 Витрати теплоти на вентиляцію:

5.1.1 Розрахункова максимальна витрата теплоти, кВт

$$Q_{\text{в}} = q_{\text{в}} \cdot V_n \cdot (t_{\text{вн}} - t_{\text{по}}) \quad (5.1)$$

де $q_{\text{в}}$ - питома втрата теплоти, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \text{К}}$ (приймаю $q_{\text{в}} = f(V_{\text{зв}} = 0,75 \text{ тис. м}^3) = 0,68 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \text{К}}$)

$t_{\text{п.о.}}$ - розрахункова температура на опалення для данного регіону (-22°C)

$t_{\text{вн}}$ - розрахункова температура всередині житлових приміщень (20°C)

$$Q_{\text{в}} = 0,68 \cdot 0,75 \cdot 10^3 \cdot (16 - (-22)) = 19,4 \text{ кВт}$$

5.1.2 Розрахункова максимальна витрата повітря на нагрів:

$$L = \frac{m \cdot V_n}{3600} \rho \left[\frac{\text{кг}}{\text{с}} \right] \quad (5.2)$$

$$L = m \cdot V_n \left[\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right]$$

де m - кратність повітрообміну (для котельні приймається $3 \frac{1}{\text{год}}$)

V_n - внутрішній об'єм приміщення, 720 м^3

ρ - густина навколишнього повітря, що надходить до приміщення в теплий період року, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$L = \frac{3 \cdot 720}{3600} 1,16 = 0,7 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$$L = 3 \cdot 720 = 2160 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

5.2 Вибір калорифера

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

5.2.1 Орієнтовна площа фронтального перерізу для проходження повітря, м²

$$f_1 = \frac{L}{(\rho v)_{\text{пв}}} \quad (5.3)$$

де $(\rho v)_{\text{пв}}$ - масова швидкість руху повітря, $\frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$ (приймаю $(\rho v)_{\text{пв}} = 4 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$)

$$f_1 = \frac{0,7}{4} = 0,18 \text{ м}^2$$

Вибираємо калорифер типу КВС 6Б-П-УЗ[2] з характеристиками:

- дійсна площа фронтального перерізу по повітрю $f_d = 0,267 \text{ м}^2$;
- дійсна площа поверхні нагріву $F_d = 12,92 \text{ м}^2$;
- площа живого перерізу по теплоносію $f_r = 0,00087 \text{ м}^2$;
- кількість ходів по теплоносію $z = 6$.

5.2.2 Дійсна масова швидкість повітря в фронтальному перерізі калорифера, $\frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$

$$(\rho v)_{\text{пв}}^d = \frac{L}{f_d N} \quad (5.4)$$

де N – кількість калориферів, які встановлюються паралельно по повітрю

$$(\rho v)_{\text{пв}}^d = \frac{0,7}{0,267 \cdot 1} = 2,62 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$$

5.2.3 Масова витрата води, яка проходить через калорифер, кг/с

$$m_b = \frac{Q_k}{c_b (t_{\text{пр}} - t_{\text{пов}})} \quad (5.5)$$

де c_b – теплоємність води, $\text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ (приймаю $c_b = 4,187 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$);

$t_{\text{пр}}$ і $t_{\text{пов}}$ – температура прямої і поворотної мережної води відповідно $95/70 \text{ }^\circ\text{C}$,

$$m_b = \frac{19,4}{4,187(95 - 70)} = 0,19 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

5.2.4 Визначають швидкість води в трубках калорифера, м/с

$$\omega_b = \frac{m_b}{f_r \rho_b} \quad (5.6)$$

де ρ_b – густина води, $\text{кг}/\text{м}^3$, яка визначається в залежності від її середньої температури $[t_b = 0,5(t_{\text{пр}} + t_{\text{пов}})]$.

$$\omega_b = \frac{0,19}{0,00087 \cdot 969,3} = 0,23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

5.2.5 За таблицями 3.2, 3.3 по масовій швидкості повітря $(\rho v)_{\text{пв}}^{\text{д}} = 2,62 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$ та

швидкості води $\omega_{\text{в}} = 0,23 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ визначаємо коефіцієнт теплопередачі $K = 27,1 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}}$ для вибраного калорифера типу КВС 6Б-П-УЗ.

5.2.6 Середній температурний напір в калорифері (для перехресної течії теплоносіїв)

$$\overline{\Delta t} = \overline{\Delta t}_{\text{прот}} \cdot \varepsilon_{\Delta t} \quad (5.7)$$

де $\overline{\Delta t}_{\text{прот}}$ – середній температурний напір для протитечійної схеми руху теплоносіїв;
 $\varepsilon_{\Delta t}$ – поправка на перехресну течію, $\varepsilon_{\Delta t} = 0,97$.

Середній температурний напір для протитечійної схеми руху теплоносіїв знаходять за формулою

$$\overline{\Delta t}_{\text{прот}} = \frac{\Delta t_6 + \Delta t_m}{2} \quad (5.8)$$

де $\Delta t_m = t_{\text{пр}} - t_{\text{п}}$ – менша різниця температур;

$\Delta t_6 = t_{\text{пов}} - t_{\text{н}}$ – більша різниця температур.

$$\overline{\Delta t} = \frac{93 + 79}{2} 0,97 = 83,4^\circ \text{C}$$

5.2.7 Необхідна поверхня нагрівання калориферної установки, м^2

$$F = \frac{Q_{\text{к}}}{K \overline{\Delta t}} \quad (5.9)$$

$$F = \frac{19,4 \cdot 10^3}{25,1 \cdot 83,4} = 9,3 \text{ м}^2$$

5.2.8 Запас дійсної поверхні нагрівання по відношенню до теоретично необхідної, %

$$\delta F = \frac{F_{\text{д}} - F}{F_{\text{д}}} \cdot 100 \quad (5.10)$$

$$\delta F = \frac{12,92 - 9,3}{12,92} \cdot 100 = 26 \%$$

Величина δF повинна бути в інтервалі 10–20 %, але так як калорифер типу КВС 6Б-П-УЗ має найменшу поверхню нагрівання у своєму типоряді приймаємо його.

5.2.9 В залежності від масової швидкості повітря $(\rho v)_{\text{пв}}^{\text{д}} = 2,62 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$ за таблицями 3.1, 3.2 визначаємо аеродинамічний опір калориферної установки $\Delta P_{\text{а}}$, Па.

$$\Delta P = 32,9 \text{ Па}$$

5.2.10 Гідравлічний опір калориферної установки, кПа

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$\Delta P_r = A \omega_B^2 \quad (5.11)$$

$$\Delta P_r = 14,25 \cdot 0,23^2 = 0,76 \text{ кПа}$$

де A – постійний коефіцієнт, який залежить від типу та номеру калорифера.

5.3 Вибір дефлектора

Дефлектори встановлюються на даху будівлі, перед дефлектором встановлюється вертикальний патрубок.

Вихідні дані для розрахунку:

- швидкість вітру $w_8 = 2,2 \text{ м/с}$,
- температура навколишнього воздуха $t_n = 23,7^\circ \text{C}$,
- атмосферний тиск $P_{бар} = 760 \text{ мм.рт.ст.}$,
- температура повітря, що видається з котельні $t_{вих} = 30^\circ \text{C}$.

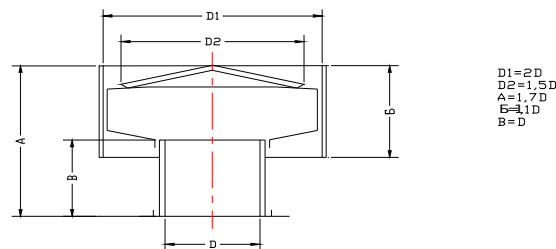


Рисунок 5.1 – Дефлектор

5.3.1 Динамічний тиск вітру P_d , Па

$$P_d = \frac{w_8^2}{2} \cdot \rho_n, \quad (5.12)$$

де $\rho_n = f(t_n)$ - густина повітря, кг/м^3 , по [3] $\rho_n = 1,19 \text{ кг/м}^3$,

$$P_d = \frac{2,2^2}{2} \cdot 1,19 = 2,889 \text{ Па}$$

5.3.2 Так як висота патрубку невелика, то загальна величина $\zeta_{сети}$ перед дефлектором може бути прийнята рівною $\zeta_{входа}$ в патрубок, таким чином $\zeta_{вх} = 0,5$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

Тоді швидкість повітря в дефлекторі $w_{\text{деф}}$, м/с

$$w_{\text{деф}} = 4,43 \cdot \sqrt{\frac{0,4 \cdot P_{\text{д}}}{\gamma_{\text{деф}} \cdot (\zeta_{\text{вх}} + 1,2) \cdot 9,8}}, \quad (5.13)$$

$$w_{\text{деф}} = 4,43 \cdot \sqrt{\frac{0,4 \cdot 2,889}{1,165 \cdot (0,5 + 1,2) \cdot 9,8}} = 1,08 \text{ м/с}.$$

5.3.3. Площа поперечного перерізу патрубку в дефлекторі $f_{\text{деф}}$, м²

Приймаємо кількість дефлекторів $n=2$ шт.

$$f_{\text{деф}} = \frac{L/2}{3600 \cdot w_{\text{деф}}}, \quad (5.14)$$

$$f_{\text{деф}} = \frac{2160/2}{3600 \cdot 1,081} = 0,278 \text{ м}^2,$$

Діаметр дефлектора d , м

$$d = \sqrt{\frac{f \cdot 4}{\pi}}, \quad (5.15)$$

$$d = \sqrt{\frac{0,278 \cdot 4}{\pi}} = 0,595 \text{ м}.$$

Вибираємо дефлектор типу D 630 [2].

5.4 Система опалення операторської та гардеробу котельні

5.4.1 Вихідні дані:

Висота стін – $h_{\text{СТ}} = 3 \text{ м}$

Довжина стін: $l_{\text{опер}} = 1,5 \text{ м}$ $l_{\text{гард}} = 2 \text{ м}$

Стіни - цегляні на важкому розчині, товщиною $\delta = 395 \text{ мм}$ $k_{\text{СТ}} = 1,54 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$

Розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні: $t_{\text{вн}} = 18^{\circ} \text{C}$

5.4.2 Розрахунок

Втрати теплоти рахуються за наступними залежностями

$$Q_{\text{втр}} = \sum k_i F_i \Delta t_i \eta_i \quad (5.16)$$

де k_i - коефіцієнт теплопередачі через зовнішні конструкції

F_i - площа теплообмінної поверхні окремих зовнішніх конструкцій, м²

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

η_i - коефіцієнт, за яким враховують зниження різниці температур, що залежить від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції (приймаємо $\eta_i = 1,2$)

Загальна площа стін в приміщенні:

$$F_{CT} = (l_{опер} + l_{запо}) h_{CT}, \quad (5.17)$$

де F_{CT} - площа поверхні стінки, m^2 , (приймаю $F_{CT} = (1,5 + 2) 3 = 9 m^2$)

Визначаємо різницю температур:

$$\Delta t = t_{вн} - t_{п.о.} \quad (5.18)$$

$$\Delta t = 18 - (-22) = 40 ^\circ C$$

Тоді

$$Q_{втр} = 1,54 \cdot 9 \cdot 40 \cdot 1,2 = 665 Bm = 0,7 kBm$$

5.4.3 Максимальні витрати теплоти на опалення, кВт

$$Q_0^k = 0,7 kBm$$

5.4.3 Розрахунок нагрівальних приладів

В приміщеннях передбачається двотрубна система опалення.

Теплоносій – вода 95 - 70⁰С . Внутрішня температура - 18⁰С .

Опалювальними приладами служать радіатори RADIK VK 22-600-400 виробництва фірми KORADO.

Теплове навантаження на опалювальні прилади $Q = 350 + 350 = 700 Bm$

З компоновочних міркувань в приміщеннях прийнято встановити по одному нагрівальному приладу. Отже навантаження на один опалювальний прилад

$$Q_{п} = \frac{Q}{2}, \quad (5.19)$$

$$Q_{п} = \frac{700}{2} = 350 Bm$$

Витрата води через опалювальний прилад

$$m_n = \frac{Q_{п}}{C_{\epsilon} \cdot (t_1 - t_2)} \quad (5.20)$$

де C_{ϵ} - теплоємність води, $\frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$;

t_1 - температура прямої води, $^\circ C$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

t_2 - температура зворотної води, $^{\circ}\text{C}$.

Отже

$$m_n = \frac{350}{4187 \cdot (95 - 70)} = 0,0033 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (5.21)$$

Розрахункова поверхня опалювального приладу

$$F_p = \frac{Q_n}{q_o} \cdot \beta \quad (5.22)$$

де β - коефіцієнт остигання води в трубопроводі, $\beta = 1$;

q_o - еквівалентна густина теплового потоку.

$$q_o = q_n \cdot G_{\text{отн.}}^{0,03} \quad (5.23)$$

де q_n - густина теплового потоку при відносній витраті води, рівній одиниці

$G_{\text{отн.}}$ - відносна витрат води через опалювальний прилад.

$$G_{\text{отн.}} = \frac{m_{\text{np.}}}{G_n \cdot F_p} \quad (5.24)$$

Густина теплового потоку при відносній витраті води рівній одиниці дорівнює

$$q_n = A \cdot \Delta t_{\text{cp}}^{1+n} \cdot \Delta t_{\text{np}}^c \quad (5.25)$$

де $A = 1,93$, $n = 0,36$, $c = -0,031$ - коефіцієнти для даної схеми підключення;

Δt_{cp} - середня різниця температур повітря і середньої температури води в радіаторі, $^{\circ}\text{C}$.

$$\Delta t_{\text{cp.}} = \frac{(t_1 + t_2)}{2} - t_{\text{вн}}, \quad (5.26)$$

$$\Delta t_{\text{cp.}} = \frac{(95 + 70)}{2} - 18 = 64,5 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Δt_{np} - перепад температури води в радіаторі, $^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t_{\text{np}} = t_1 - t_2, \quad (5.27)$$

$$\Delta t_{\text{np}} = 95 - 70 = 25 \text{ } ^{\circ}\text{C}$$

Отже

$$q = 1,93 \cdot 64,5^{1+0,36} \cdot 25^{-0,031} = 504,9 \frac{\text{Вт}}{\text{экм}}$$

В першому наближенні приймаємо:

$$q_3 = q_n,$$

тоді:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

розрахункова поверхня опалювального приладу:

$$F = \frac{350}{504,9} = 0,7 \text{ экм};$$

відносна витрата води через опалювальний прилад:

$$G = \frac{0,0033}{4,85 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7} = 0,97;$$

еквівалентна густина теплового потоку:

$$q = 504,9 \cdot 0,7^{0,03} = 499,53 \frac{\text{Вт}}{\text{экм}}.$$

Фактична розрахункова поверхня опалювального приладу по (5.22)

$$F_p = \frac{350}{499,53} = 0,7 \text{ м}^2.$$

Еквівалентна поверхня безпосереднього опалювального приладу

$$F_{\text{э}} = F_p - F_{\text{тр}} \quad (5.28)$$

де $F_{\text{тр}}$ - поверхня підходящих труб, м^2

Підходящі стояки та прокладка трубопроводів в приміщенні заізолювані

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot \pi \cdot d_{\text{под}}^H \cdot l_{\text{под}} \quad (5.29)$$

Приймаю $l_{\text{под}} = 200 \text{ мм}$

$$F_{\text{тр}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,018 \cdot 0,2 = 0,02 \text{ м}^2$$

Отже по формулі (5.28) розрахункова поверхня опалювального приладу

$$F_{\text{э}} = 0,7 - 0,02 = 0,68 \text{ м}^2$$

Отже вибираємо опалювальний прилад типу VK 22-600-400.

5.5 Висновки до розділу 5

В даному розділі були проведені розрахунки втрати теплоти на вентиляцію, а також були проведені розрахунки на підставі яких було обрано калорифер та дифлектор. Вибираємо калорифер типу КВС 6Б-П-УЗ та дифлектор типу D 630. А також було розроблено систему опалення операторської та гардеробу котельні, результатом став вибір опалювальних приладів типу VK 22-600-400.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 011 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 51 |

8 РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

Тема дипломного проекту: «Котельня в с. Калинівка Броварського району Київської області».

Метою даного проекту є будівництво котельні в для потреб теплопостачання с. Калинівка Броварського району Київської області.

8.1 Вихідні дані

- 1) Кількість встановлених котлів – 4 шт., тип котла – Колві-1,5;
- 2) Номінальна теплопродуктивність 1 котла –1,5 МВт;
- 3) Основний вид палива – природний газ із теплотворною здатністю

$$Q_n^p = 8000 \text{ ккал} / \text{нм}^3 = 33494 \text{ кДж} / \text{м}^3 ;$$

- 4) Річна витрата електроенергії – $E_{\text{рік}} = 81,7 \text{ тис.кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} ;$
- 5) Річна витрата води – $G_{\text{рік}}^e = 8078 \text{ м}^3 / \text{рік} ;$
- 6) Річна витрата стоків, що скидають у каналізацію – $G_{\text{рік}}^{\text{см}} = 7520 \text{ м}^3 / \text{рік} ;$
- 7) Річна витрата теплової енергії котельнею – $\sum Q_g^{\text{рік}} = 55,5 \cdot 10^6 \text{ МДж} / \text{рік}$
- 8) Чисельність обслуговуючого персоналу – 4 чол.;
- 9) Середня заробітна плата - $З_n = 8000 \text{ грн.};$
- 10) Вартість енергоносіїв:

- вартість електроенергії $Ц_e = 1,68 \text{ грн} / \text{кВт} \cdot \text{ч} ;$
- вартість води $Ц_e = 10,8 \text{ грн} / \text{м}^3 ;$
- вартість стоків $Ц_{\text{см}} = 9,6 \text{ грн} / \text{м}^3 ;$
- вартість покупної теплової енергії $C_1 = 1341 \text{ грн} / \text{ГКал} \text{ із ПДВ};$
- вартість природного газу $Ц_n = 7033 \text{ грн} / \text{тис.нм}^3 \text{ із ПДВ};$

Ціни на електроенергію, природний газ і на воду прийняті за даними замовника.

- 12) Капітальні витрати:

$$k_{\text{oy}} = 537000 \text{ грн} - \text{на основне устаткування};$$

$$k_m = 55500 \text{ грн} - \text{на монтаж}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

8.2 Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати включають витрати на роботу устаткування, експлуатацію споруджень, заробітну плату й витрати, безпосередньо пов'язані з виробленням теплоти.

Експлуатаційні витрати звичайно визначаються за рік роботи котельні. Річні експлуатаційні витрати складаються з витрат на паливо, спожите котельнею, C_{Π} ; електричну енергію, що надходить від зовнішніх джерел тепlopостачання, C_E ; воду, що витрачається в котельні, C_B ; амортизацію устаткування, будинків, споруджень й інших основних фондів C_a ; ремонт, C_P ; заробітну плату обслуговуючому персоналу $C_{зп}$; інші витрати C_{IH} .

8.2.1 Річні експлуатаційні витрати на паливо

$$C_n = B_{\text{рік}} \cdot \Pi_{\Pi} \quad (8.1)$$

де $B_{\text{рік}}$ - річна витрата палива на котельню, $B_{\text{рік}} = 1657 \cdot 10^3 \text{ м}^3$;

Π_{Π} - вартість палива, $\Pi_{\Pi} = 7033 \text{ грн} / \text{тис.м}^3$ із ПДВ.

$$C_n = 1657 \cdot 7033 = 11653681 \text{ грн.}$$

8.2.2 Складові витрат на паливо

$$\frac{C_n}{\sum Q_v^{\text{рік}}} = \frac{11653681}{55,5 \cdot 10^6} = 0,21 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,21 \cdot 4187 = 879,2 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}$$

8.2.3 Річні експлуатаційні витрати на водопостачання

$$C_{\text{вод}} = G_{\text{рік}}^v \cdot \Pi_B \quad (8.2)$$

де $G_{\text{рік}}^v$ - річна витрата води, $G_{\text{рік}}^v = 8078 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$

Π_B - вартість води, $\Pi_B = 10,8 \frac{\text{грн}}{\text{м}^3}$.

$$C_{\text{вод}} = 8078 \cdot 10,8 = 87242,4 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

8.2.3 Річні експлуатаційні витрати на стоки

$$C_{\text{ст}} = G_{\text{рік}}^{\text{ст}} \cdot \Pi_{\text{ст}} \quad (8.3)$$

де $G_{\text{рік}}^{\text{ст}}$ - річна витрата води, $G_{\text{рік}}^{\text{ст}} = 7520 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 74 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Π_{cm} - вартість стоків води, $\Pi_{cm} = 9,6 \frac{грн}{м^3}$.

$$C_{cm} = 7520 \cdot 9,6 = 72192 \frac{грн}{рік}$$

8.2.4 Сумарні річні експлуатаційні витрати на воду

$$C_{\text{в}} = C_{\text{вод}} + C_{cm} \quad (8.4)$$

$$C_{\text{в}} = 87242,4 + 72192 = 159434,4 \frac{грн}{рік}$$

8.2.5 Складові витрат на воду

$$\frac{C_{\text{в}}}{\sum Q_{\text{в}}^{\text{рік}}} = \frac{159434,4}{55,5 \cdot 10^6} = 0,28 \cdot 10^{-2} \frac{грн}{МДж} \text{ або } 0,28 \cdot 10^{-2} \cdot 4187 = 12,03 \frac{грн}{Гкал}$$

8.2.6 Річні експлуатаційні витрати на електроенергію

$$C_e = E_{\text{рік}} \cdot \Pi_e \quad (8.5)$$

де $E_{\text{рік}}$ - річна витрата електроенергії, $E_{\text{рік}} = 81,7 \text{ тис} \frac{кВт}{год}$

Π_e - вартість електроенергії, $\Pi_e = 1,68 \frac{грн}{кВт \cdot ч}$

$$C_e = 81,7 \cdot 10^3 \cdot 1,68 = 137256 \text{ грн.}$$

8.2.7 Складові витрат на електроенергію

$$\frac{C_e}{\sum Q_{\text{в}}^{\text{рік}}} = \frac{137256}{55,5 \cdot 10^6} = 0,25 \cdot 10^{-2} \frac{грн}{МДж} \text{ або } 0,25 \cdot 10^{-2} \cdot 4187 = 10,35 \frac{грн}{Гкал}$$

8.2.8 Зарплата персоналу з нарахуваннями

$$C_{\text{зн}} = Z_n \cdot n_n \cdot 12 \cdot K_n \quad (8.6)$$

де Z_n - середня місячна зарплата одного працівника $Z_n = 8000 \text{ грн.}$;

n_n - кількість працюючого персоналу, $n_n = 4 \text{ чол.}$;

K_n - коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну плату в розмірі 37,5%, $K_n = 1,375$.

$$C_{\text{зн}} = 8000 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 1,375 = 528000 \text{ грн.}$$

8.2.9 Складові витрат на заробітну плату

$$\frac{C_{\text{зн}}}{\sum Q_{\text{в}}^{\text{рік}}} = \frac{528000}{55,5 \cdot 10^6} = 0,95 \cdot 10^{-2} \frac{грн}{МДж} \text{ або } 0,95 \cdot 10^{-2} \cdot 4187 = 39,83 \frac{грн}{Гкал}$$

8.2.10 Амортизаційні відрахування

8.2.10.1 Амортизаційні відрахування на будівлю

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

$$C_{ам.м.} = 0,02 \cdot k_m \quad (8.7)$$

де 0,02 – коефіцієнт, що враховує відрахування на амортизацію в розмірі 2% від балансової вартості будинку;

k_m - капітальні витрати по контрактах на монтаж, $k_m = 55500 \text{ грн.}$

$$C_{ам.м.} = 0,02 \cdot 55500 = 11100 \text{ грн.}$$

8.2.10.2 Амортизаційні відрахування на устаткування

$$C_{ам.оу.} = 0,06 \cdot k_{оу} \quad (8.8)$$

де 0,06 – коефіцієнт, що враховує відрахування на амортизацію в розмірі 6% від балансової вартості устаткування;

$k_{оу}$ - капітальні витрати на устаткування, $k_{оу} = 537000 \text{ грн.}$

$$C_{ам.оу.} = 0,06 \cdot 537000 = 32220 \text{ грн.}$$

8.2.10.3 Сумарні амортизаційні відрахування

$$З_{\Sigma ам} = C_{ам.м.} + C_{ам.оу} \quad (8.9)$$

$$З_{\Sigma ам} = 11100 + 32220 = 43320 \text{ грн.}$$

8.2.10.4 Складова витрат на амортизаційні відрахування

$$\frac{C_{\Sigma ам}}{\sum Q_e^{рік}} = \frac{43320}{55,5 \cdot 10^6} = 0,78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,78 \cdot 10^{-3} \cdot 4187 = 3,27 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

8.2.11 Витрати на поточний ремонт

$$C_{пр} = 0,2 \cdot З_{\Sigma ам}, \quad \backslash \quad (8.10)$$

$$C_{пр} = 0,2 \cdot 43320 = 8644 \text{ грн.}$$

8.2.12 Складова витрат на поточний ремонт

$$\frac{C_{пр}}{\sum Q_e^{рік}} = \frac{8644}{55,5 \cdot 10^6} = 0,16 \cdot 10^{-3} \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,16 \cdot 10^{-3} \cdot 4187 = 0,65 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

8.2.13 Загальнокотельні й інші витрати

$$C_{зк} = 0,2 \cdot (C_{зп} + З_{\Sigma ам} + C_{пр}), \quad (8.11)$$

$$C_{зк} = 0,2 \cdot (528000 + 11100 + 8644) = 547744 \text{ грн.}$$

8.2.14 Складова загальнокотельних та інших витрат

$$\frac{C_{зк}}{\sum Q_e^{рік}} = \frac{547744}{55,5 \cdot 10^6} = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 1 \cdot 10^{-3} \cdot 4187 = 41,3 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}.$$

8.2.15 Сумарні річні експлуатаційні втрати

$$C^{рік} = C_n + C_e + C_e + C_{зп} + З_{\Sigma ам} + C_{пр} + C_{зк}, \quad (8.12)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

$$C^{рік} = 11653684 + 159434,4 + 137256 + 528000 + 43320 + 8644 + 547744 = 13078082 \text{ грн.}$$

8.2.16 Собівартість теплової енергії

$$C_2 = \frac{C^{рік}}{\sum Q_g^{рік}}, \quad (8.13)$$

$$C_2 = \frac{13078082}{55,5 \cdot 10^6} = 0,24 \frac{\text{грн}}{\text{МДж}} \text{ або } 0,24 \cdot 4187 = 986,6 \frac{\text{грн}}{\text{Гкал}}$$

Таблиця 8.1 – Калькуляція собівартості теплової енергії

| Найменування витрат | Калькуляція собівартості | |
|---------------------|--------------------------|-------------|
| | Абсолютна, грн./Гкал | Відносна, % |
| 1 Паливо | 986,6 | 96,1 |
| 2 Вода | 12,03 | 0,8 |
| 3 Електроенергія | 10,35 | 1,2 |
| 4 Заробітна плата | 39,83 | 1,3 |
| 5 Амортизація | 3,27 | 0,2 |
| 6 Поточний ремонт | 0,65 | 0,1 |
| 7 Загальнокотельні | 41,3 | 0,3 |
| Собівартість | 1094,3 | 100 |

8.3 Термін окупності

$$T = \frac{K}{\sum Q_g^{рік} (C_1 - C_2)}, \quad (8.14)$$

де K – капітальні витрати відповідно до зведеного кошторисного розрахунку вартості будівництва, $K = 30000000$ грн.

– вартість устаткування – 537000 грн.

– монтажні роботи – 55500 грн.

$$T = \frac{30000000 \cdot 4187}{55,5 \cdot 10^6 (1094,3 - 986,6)} = 2,9 \text{ років.}$$

8.4 Коефіцієнт ефективності капіталовкладень

$$E = \frac{1}{T}, \quad (8.15)$$

$$E = \frac{1}{T} = \frac{1}{2,9} = 0,34 > E_n = 0,15.$$

8.5 Висновки до розділу 8

В даному розділі були розраховані витрати на будівництво котельні. В результаті даних розрахунків було визначено, що термін окупності складає 2,9 років, що для теплоенергетики є задовільним результатом.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------|------|
| | | | | | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний курс]: навч. посіб для студентів спеціальності 144«Теплоенергетика» / М.Ф. Боженко; КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380с.
2. Боженко М. Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: навч. посіб. / М.Ф. Боженко, В.П. Сало – К.; ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 192 с.
3. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче / Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел– Изд. 3-е перераб. и доп. М., «Энергия», 1975, - 280 с.
4. Жидецький В.Ц. Практикум із охорони праці: навч. посіб. /В.Ц. Жидецький В.С. Джигирей, В.М. Сторожук– Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
5. Бедрій Я.І. Охорона праці: навч. посіб./ Я.І. Бедрій, В.С. Джигирей, А.І. Кидасюк– Львів: ПТВФ «Афіша», 1997. – 258 с.
6. СНиП II-35-76. «Котельные установки».
7. ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».
8. СН 245-71. «Санитарные нормы проектирования промышленных помещений».
9. ДСН 3.3.6.037-99. «Санітарні норми виробничого шуму ультразвуку та інфразвуку».
10. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. «Пожарная безопасность. Общие требования».

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Татарина Бориса Петровича

| № з/п | Найменування праць | Рукописні або друківані | Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер диплома на винахід | Кількість друкованих аркушів або сторінок разом | Прізвища співавторів праць |
|-------|--|-------------------------|--|---|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Оптимізація вибору насосів рециркуляції (тези) | Друк. | Матеріали XVII Міжнар. наук.-практ. конференції молодих вчених та студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики», Київ, 23-26 квітня 2019 р., у 2 т. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – Т.1, С.239 | 1с | Шовкалюк Ю.В. |

Автор

Татарин Б.П.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор представництва
ТОВ «СВРО-РЕКОНСТРУКЦІЯ»
(керівник підприємства, організації)



В.В. Селіванов
(ініціали, прізвище)

«_____» 2019 р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів магістерської дисертації
студента КПІ ім. Ігоря Сікорського Татарина Бориса Петровича

Результати магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра студента теплоенергетичного факультету КПІ ім. Ігоря Сікорського Татарина Б.П. на тему «Опалювальна водогрійна котельня в смт. Калинівка, Київської області» в частині розрахунків теплових навантажень споживачів, розрахунків теплової схеми котельні, розрахунків та вибору основного та допоміжного обладнання котельні, розрахунків та вибору обладнання водопідготовки, розрахунків та вибору обладнання системи газопостачання.

Головний інженер проекту

(підпис) _____
(ініціали, прізвище)

«_____» _____ 2019 р.

ВІДОМІСТЬ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

| № з/п | Формат | Позначення | Найменування | Кількість арк. | Примітка |
|-------|--------|------------------------|--|----------------|----------|
| 1 | A4 | | Завдання на магістерську дисертацію | 2 | |
| 2 | A4 | ТП 81мп 50 11 ПЗ | Пояснювальна записка | 75 | |
| 3 | A1 | ТП 81мп 5011001 ТМК | Теплова схема | 1 | |
| 4 | A1 | ТП 81мп 5011002 ТМК | Компоновка обладнання. План на відм. 0,000 | 1 | |
| 5 | A1 | ТП 81мп 5011003 ТМК | Компоновка обладнання. Розрізи 1-1,2-2 | 1 | |
| 6 | A1 | ТП 81мп 50 11 001 ГПВ | Схема газопроводів | 1 | |
| 7 | A1 | ТП 81мп 50 11 002 ГПВ | Розміщення обладнання. План на відм. 0,000 | 1 | |
| 8 | A1 | ТП 81мп 50 11 003 ГПВ | Розміщення обладнання. Розрізи 1-1,2-2 | 1 | |
| 9 | A1 | ТП 81мп 50 11 001 АТМК | Схема автоматизації функціональна | 1 | |
| 10 | A1 | ТП 81мп 50 11 001 ОВ | Система опалення та вентиляції | | |
| 11 | A3 | ТП 81мп 50 11 ТМК.С | Специфікація | 1 | |
| 12 | A3 | ТП 81мп 50 11 ГПВ.С | Специфікація | 1 | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| | | | | | | |
|-----------|----------|-------|------|------------------------------------|-------|---------|
| | | | | ТП 81мп 50 011 | | |
| | ПІБ | Підп. | Дата | | | |
| Студент | Татарин | | | Відомість магістерської дисертації | Аркуш | Аркушів |
| Керівн. | Шовкалюк | | | | | 1 |
| Консульт. | | | | | | |

| | | | | | |
|----------|----------|--|--|--|--|
| Н.контр. | Боженко | | | | КПІ ім. Ігоря Сікорського, Каф. ТПТ, Гр. ТП – 81мп |
| Зав.каф. | Варламов | | | | |